

ПРОГНОЗУВАННЯ ХІМІЧНОГО ВМІСТУ ПОКАЗНИКІВ ПИТНОЇ ВОДИ

Архангельська Ю.М.

В роботі представлено інформаційну технологію (ІТ) прогнозування хімічного вмісту показників питної води з вибором адекватного методу прогнозування.

Основою ІТ прогнозування є методи SSA-«Гусениця» [1] та адаптивні моделі прогнозування. Схематично ІТ можна представити у вигляді:

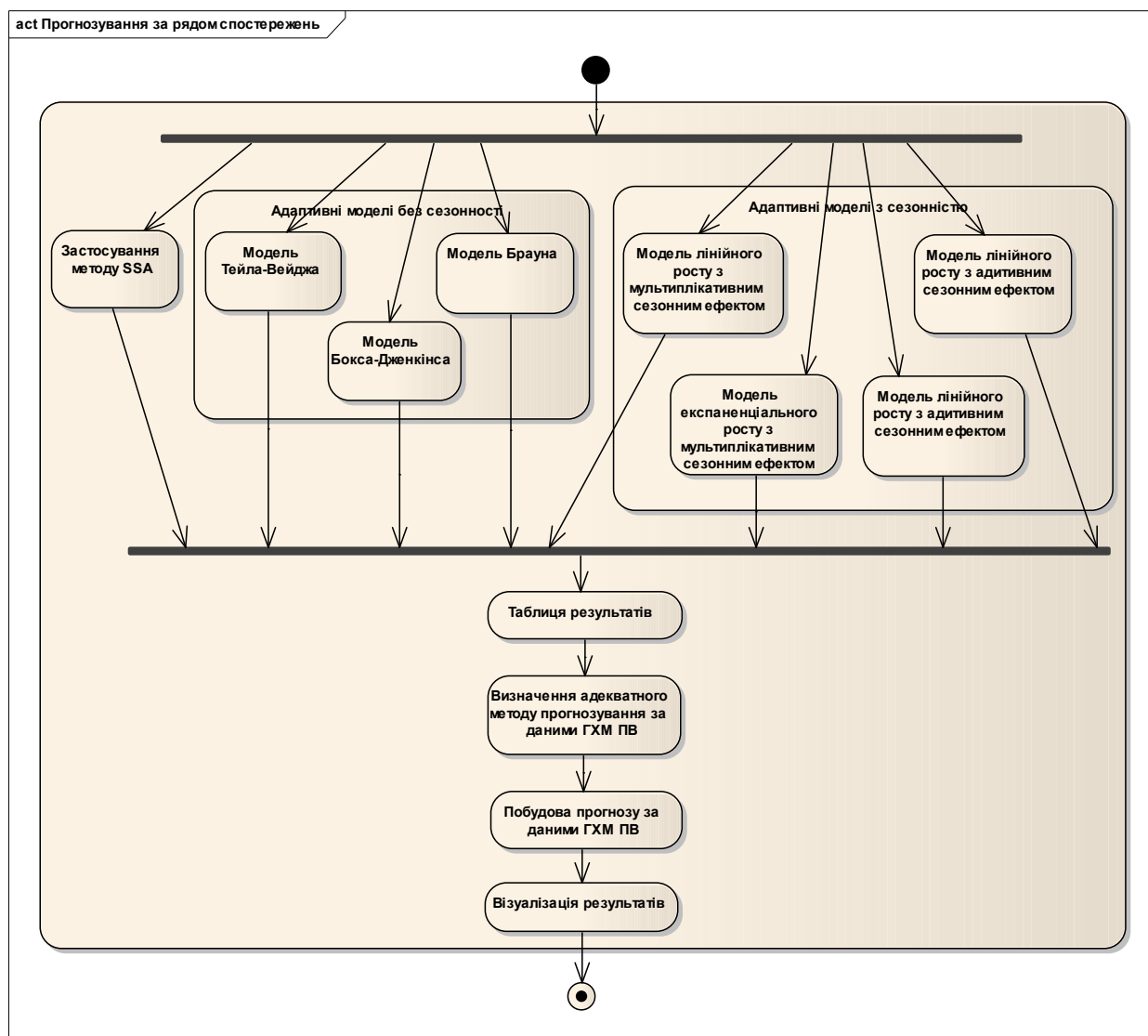


Рисунок 1- Інформаційна технологія прогнозування за даними гідрохімічного моніторингу.

Згідно з[1] для проведення прогнозування застосовується наступна теорема.

Теорема : Нехай ряд $\{g(t), t = \overline{1, M}\}$ припускає продовження $\{g(t), t = M + 1\}$. Тоді він може бути продовжений необмежено на будь-яке число кроків, причому це продовження єдине.

Для проведення процесу прогнозування ряду спостережень гідрохімічних показників на τ кроків, тобто отримання продовження ряду у вигляді $\{\tilde{g}_\tau(t) \mid t = \overline{1, M}; \tau = \overline{1, 10}\}$ з урахуванням теореми, представлено у [1].

Основою адаптивних методів є модель. Первинна оцінка параметрів цієї моделі ґрунтується на даних базового (початкового) тимчасового ряду. На основі нових даних, що отримуються на кожному наступному кроці, відбувається коректування параметрів моделі в часі, їх адаптація до нових умов розвитку явища, що безперервно змінюються. Таким чином, модель постійно «вбирає» нову інформацію і пристосовується до неї [2].

В якості адаптивних моделей прогнозування обрано:

- моделі без сезонної складової (модель Брауна, модель Бокса-Дженкінса, модель Тейла-Вейджа);
- моделі з сезонною складовою (моделі лінійного та експоненційного трендів з накладанням адитивної або мультиплікативної сезонної складової).

В основі адаптивних моделей без сезонної складової лежить гіпотеза про те, що прогноз може бути отримано з рівняння

$$\tilde{g}_\tau(t) = \hat{a}_{0,t} + \hat{a}_{1,t}\tau,$$

де

$\hat{a}_{0,t}$ - поточне значення після виключення сезонності;

$\hat{a}_{1,t}$ - коефіцієнт лінійного тренду; τ - кількість кроків прогнозування.

Адаптивні моделі з сезонним ефектом подаються з адитивними або мультиплікативними складовими, що накладаються на модель тренду.

Моделі першого типу описуються як :

$$g(t) = m_t + \hat{g}_t + \varepsilon_t,$$

де m_t - складова тренду , $\hat{g}_t, \hat{g}_{t-1}, \dots, \hat{g}_{t-l+1}$ - адитивні коефіцієнти сезонності, ε_t - неавтокорельований шум з нульовим математичним сподіванням.

Моделі другого типу представлено у вигляді:

$$g(t) = m_t \hat{f}_t + \varepsilon_t,$$

де $\hat{f}_t, \hat{f}_{t-1}, \dots, \hat{f}_{t-l+1}$ - мультиплікативні коефіцієнти сезонності; l - періодичність сезонного явища.

Як і для адаптивних моделей без сезонної складової в залежності від виду тренду та сезонної складовою обчислюються поточні оцінки коефіцієнтів $\hat{a}_{0,t}, \hat{a}_{1,t}$.

Процедури обчислення параметрів $\hat{a}_{0,t}, \hat{a}_{1,t}$ відповідно до моделі подано у роботі [3].

Критерієм вибору адекватного методу прогнозування є абсолютна похибка прогнозу:

$$\Delta = \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^{\tau} \frac{|g(t) - \tilde{g}(t)|}{g(t)} \cdot 100\% ,$$

де $g(t)$ - дані гідрохімічного моніторингу питної води;

$\tilde{g}(t)$ - прогнозне значення за даними гідрохімічного моніторингу;

τ - кількість кроків прогнозування.

Алгоритм знаходження адекватного методу прогнозування за даними гідрохімічного моніторингу питної води подано нижче:

1. Проводиться прогнозування за всіма метода прогнозування.
2. За кожним методом знаходиться $\Delta_i (i = \overline{1,8})$.
3. Знаходиться $\min_i(\Delta_i)$.
4. Метод з індексом i вважається адекватним.

Представлена технологія є складовою частиною інформаційної технології обробки та аналізу даних гідрохімічного моніторингу питної води, яка є основою аналітичного блоку автоматизованої системи «AquaGIS» [4]. Геоінформаційна система «AquaGIS» призначена для потреб санітарно-епідеміологічної служби для проведення санітарно-гігієнічного моніторингу питної води.

Література

- [1] Данилов Д.Л. Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница»/ Д.Л. Данилов, А.А. Жиглявский – 1997, СПбГУ, 308 с.
- [2] Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
- [3] Бабак В.П. Статистична обробка даних / [Бабак В.П., Білецький А.Я., Приставка О.П., Приставка П.О.]. – К.: "МІВВЦ", 2001. – 388 с.
- [4] Структурний аналіз ядра ГІС «AquaGIS»: тези доповідей міждержавної науково-методичної конференції [«Проблеми математичного моделювання»], (Дніпродзержинськ, 27-29 травня 2009р.)/ Міністерство освіти і науки України, Дніпродзержинський державний технічний університет. – 2009. – 256 с.