

УДК 681.3

В.В.СобольОжунный федеральный университет, г. Таганрог
кафедра микропроцессорных систем**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРА
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА****Аннотация**

Соболь В.В. Моделирование процесса прогнозирования параметра технического объекта в реальном времени с использованием модели временного ряда. Проведено моделирование процесса прогнозирования измерений параметра технического объекта в реальном времени с использованием модели временного ряда первой степени. Рассмотрено два варианта обработки исходных данных: с предварительной обработкой начальных значений, без предварительной обработки начальных значений.

Ключевые слова: модель, прогнозирование, реальное время.

Постановка проблемы. Прогнозирование значений физической величины, определяющей состояние технического объекта, позволяет повысить безопасность функционирования объекта и предотвратить возможные внештатные ситуации.

Постановка задачи исследования. Объектом наблюдения является динамический объект, контролируемый параметр которого имеет четко выраженную трендовую составляющую и значительную по амплитуде шумовую составляющую. В качестве экспериментальных данных использовались результаты фиксации значения поперечного ускорения во времени при движении автомобиля. Для исследования был взят участок, на котором фиксируется рост ускорения от $-0,45g$ до $0,02g$ за время $2,5$ сек, амплитуда шума $\sim 0,04g$. Пусть значение контролируемого параметра технического объекта $y = f(t)$ измеряются микроконтроллерным модулем в дискретные моменты времени с постоянным шагом h . В результате получим массив $Y = \{y_i\}_{i=0}^n$ измеренных значений параметра $y_i = f_i(t)$ в точках $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$; $t_n = T$; $t_i = t_{i-1} + h$. Необходимо определить значения параметра y в точках $t = T + kh$, $k = 1, K$, где K -число, определяющее диапазон прогнозирования.

Решение задач и результаты исследований. Для прогнозирования использовалась модель сглаживающего временного ряда первой степени [1, 2]. Поскольку шаг дискретизации при съеме данных можно установить

небольшим, таким, что изменение параметра в течении нескольких последовательных шагов будет незначительным, при построении модели временного ряда для усреднения можно использовать многократное экспоненциальное сглаживание. Это повысит точность прогнозирования. Так же, стоит отметить, что данный алгоритм не сложен в реализации и может быть реализован в микроконтроллерном модуле в режиме реального времени без ущерба для выполнения функции модуля по сбору и обработки данных с датчиков физических величин.

В рамках принятой модели для аппроксимации изменения параметра во времени будем использовать полином 1-ой степени вида: $X(t) = a_1 + a_2t$.

Тогда прогнозное значение y в точках τ :

$$X(\tau) = \left(2 + \frac{\alpha}{\beta} \tau\right) S_T - \left(1 + \frac{\alpha}{\beta} \tau\right) S_T^{[2]},$$

где $\tau = T + kh$, T - текущее значение времени, h – шаг дискретизации времени, k – число, определяющее диапазон прогнозирования; S_T и $S_T^{[2]}$ – экспоненциальные средние, которые определяются по формулам:

$$S_T = \alpha y_t + \beta S_{t-1}, S_T^{[2]} = \alpha y_t + \beta S_{t-1}^{[2]},$$

α – постоянная сглаживания, которую необходимо подбирать, $\beta = 1 - \alpha$.

Для того, чтобы запустить процесс расчета необходимо задать начальные значения S_0 и $S_0^{[2]}$:

$$S_0 = a_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} a_{2,0}, S_0^{[2]} = a_{1,0} - \frac{\beta}{\alpha} a_{2,0},$$

коэффициенты $a_{1,0}$ и $a_{2,0}$ находятся с помощью метода наименьших квадратов.

В ходе проведения исследования рассматривались 2 варианта прогнозирования:

- прогнозирование значений параметра в реальном времени без предварительной обработки исходных данных;
- прогнозирование значений параметра в реальном времени с применением метода скользящего среднего для предварительной обработки исходных данных.

При реализации обоих вариантов в поведении модели четко виден период настройки и непосредственно интервал прогнозирования значений. В зависимости от выбора α , можно добиться уменьшение периода настройки.

На рисунке 1 изображены графики, полученные в результате моделирования, с помощью первого варианта для различных α :

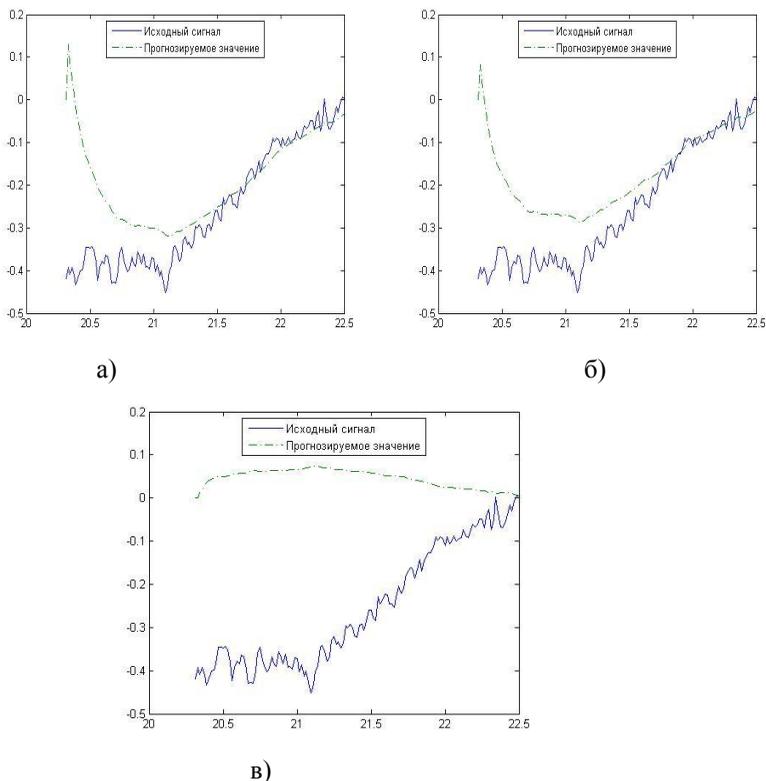


Рисунок 1 – Результаты моделирования, полученный без предварительной обработки данных, а) при $\alpha=0,091$; б) при $\alpha=0,11$; в) при $\alpha=0,21$

На основании данных, полученных в результате моделирования можно утверждать следующее: при $\alpha=0,091$ период настройки составляет 1,15 сек, средняя приведенная погрешность на интервале прогнозирования составляет 18%; при $\alpha=0,1$ период настройки составляет 1,21 сек, а средняя приведенная погрешность составляет 21%; при $\alpha=0,2$ период настройки составляет 2,48 сек, средняя приведенная погрешность составляет 96%.

На рисунке 2 изображены графики, полученные в результате моделирования с помощью второго варианта для различных α .

На основании данных полученных в результате моделирования можно утверждать следующее: при $\alpha=0,091$ период настройки составляет 1,18 сек, средняя приведенная погрешность составляет 15%; при $\alpha=0,1$ период настройки составляет 1,2 сек, средняя приведенная погрешность составляет 19%; при $\alpha=0,2$ период настройки составляет 2,48 сек, средняя приведенная погрешность составляет 96%.

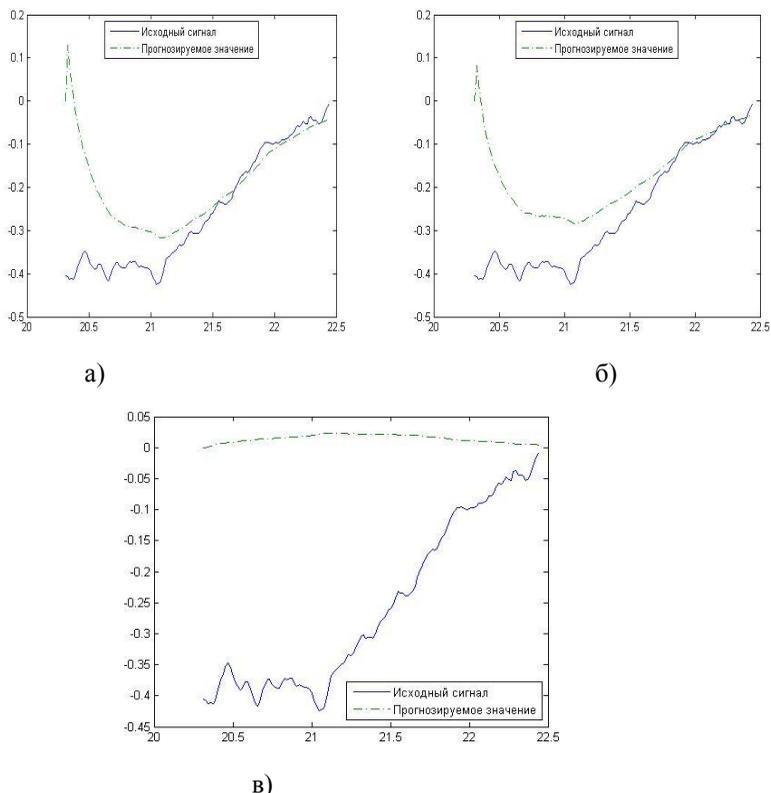


Рисунок 2 – Результаты моделирования, полученные после предварительной обработки данных методом скользящего среднего, а) при $\alpha=0,091$; б) при $\alpha=0,11$; в) при $\alpha=0,21$

Выводы. Исследование показало, что представленная модель может быть использована для прогнозной оценки значения параметра в реальном времени с точностью, достаточной для фиксации недопустимых изменений состояния динамического объекта.

Список литературы

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2003 г. - 416с.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Пер. с англ. Том 1. -М.: МИР, 1974- 604с.