

значение умножается на соответствующий коэффициент и результат суммируется со свободным членом, т. е. корректируется свободный член модели:

$$\gamma_{0i}^* = K_j \gamma_{ij} + \gamma_{0i}, \quad (17)$$

где γ_{0i} – свободный член уравнения регрессии без учета качества нефти. Затем формируется массив ограничений и решается задача оптимизации.

УДК 681.5

Бакаленко В.И., Дейнека Т.А.
(БГТУ)

УМЕНЬШЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Ранее, в работе [1] рассматривался способ применения микроконтроллера для уменьшения инерционности термометров, что может быть использовано, например, для измерения температуры двух смешивающихся потоков, имеющих разные температуры. В этом случае показания термометра, имеющего постоянную времени, превышающую десятки секунд, могут существенно отличаться от действительной температуры. Одним из ограничений применения рассмотренного метода является существенное увеличение дисперсии погрешности, которая пропорциональна отношению постоянной времени модели (T) к интервалу опроса (Δt). Очевидным путем уменьшения погрешности является увеличение Δt , но в этом случае возрастает инерционность устройства.

Входящий в состав средства измерений температуры микроконтроллер позволяет не только выполнять расчет в соответствии с [1], но и реализовывать эффективные цифровые фильтры для уменьшения дисперсии погрешности.

При выборе типа фильтра обращалось внимание на простоту его реализации микроконтроллером малой мощности с использованием данных за ограниченное количество тактов измерения (3–5).

Хорошие результаты для устранения импульсных помех дает применение медианного фильтра, но он имеет малую эффективность при помехах, характерных для датчиков.

Фильтр скользящего среднего с окном в три значения уменьшает помехи в 3 раза. Увеличение окна приводит к возрастанию задержки, а помехи уменьшаются не так быстро.

Существенно уменьшить помехи можно с помощью рекурсивного фильтра:

$$y_i = y_{i-1} \cdot k + x_i \cdot (1 - k), \quad (1)$$

где k – параметр фильтра, изменяющийся от 0 до 1.

С уменьшением k , снижаются помехи, но при этом растет запаздывание. Поэтому существуют различные модификации фильтра, позволяющие изменять значения k в зависимости от характеристик сигнала.

В данной работе предлагается изменять параметр k следующим образом. Перед началом измерений экспериментально определяется дисперсия помех, значение которой является порогом для корректировки.

Если измеряемая температура (выход датчика) изменяется за интервал измерений на величину, большую 3σ , k принимает значение, равное k_{\max} , в противном случае – уменьшается до k_{\min} . k_{\max} и k_{\min} выбираются в зависимости от характера изменения измеряемого параметра.

При значениях k_{\max} и k_{\min} 0,5 и 0,05 соответственно, $T/\Delta\tau = 20$, изменениях температуры в пределах $\pm 3\sigma$ помехи на выходе фильтра (1) и становятся равными помехам на выходе термометра (см. рисунок).

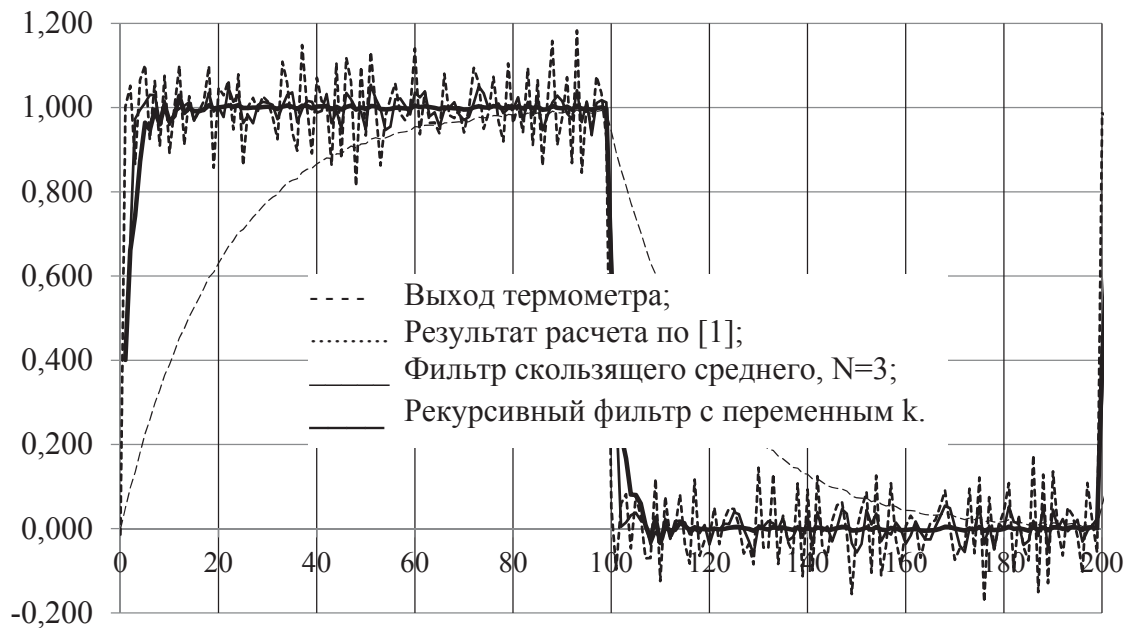


Рисунок – Результаты моделирования работы фильтров скользящего среднего и рекурсивного фильтра с переменным k

Литература

1. Бакаленко В.И., Карпович Д.С. Улучшение динамических характеристик термометров // 84-я научно-техническая конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ. Секция химической технологии и техники. – Минск, 2020. – С. 287–289.