

УДК 629.3.05, 621.391.26

**Применение адаптивных фильтров Калмана для определения случайных ошибок инерциальных датчиков бесплатформенных инерциальных навигационных систем**

**Авторы:** *Джангиров М.В., Снигур А. К.*

При создании бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) одной из существенных ошибок, влияющих на точность системы, являются ошибки инерциальных датчиков, входящих в ядро. Учет этих ошибок особенно важен для БИНС, построенных на основе микромеханических датчиков, относящихся к классу низкоточных и высокошумящих. Детерминированные ошибки таких датчиков устраняются или уменьшаются путем проведения калибровки с последующей компенсации этих ошибок при работе системы. Компенсация случайных ошибок требует знания модели и характеристик этих ошибок для проектирования фильтра Калмана интегрированной навигационной системы. Существующие основные способы вычисления случайных характеристик инерциальных датчиков (определение корреляционной функции, спектральной плотности, дисперсии Аллана) обладают рядом недостатков (для получения оценки с высокой точностью необходим большой объем данных по времени).

Целью работы является получение случайных характеристик инерциальных датчиков, используя адаптивный фильтр Калмана, с возможностью их непосредственного применения в алгоритмах интегрированной навигационной системы.

Все способы использования адаптивных фильтров сводятся к решению задачи идентификации, то есть определения характеристик некоторой системы на основе образцовых и измеренных данных. Возможны два варианта идентификации – прямая и обратная. В первом случае адаптивный фильтр включается параллельно с исследуемой системой (Рис. 1, а). Входной сигнал является общим для исследуемой системы и адаптивного фильтра, а выходной сигнал системы служит для адаптивного фильтра образцовым сигналом. В процессе адаптации временные и частотные характеристики фильтра будут стремиться к соответствующим характеристикам исследуемой системы.

При обратной идентификации адаптивный фильтр включается последовательно с исследуемой системой (Рис. 1, б). Выходной сигнал системы поступает на вход адаптивного фильтра, а входной сигнал системы является образцом для адаптивного фильтра. Таким

образом, фильтр стремится компенсировать влияние системы и восстановить исходный сигнал, устранив внесенные системой искажения. [1]

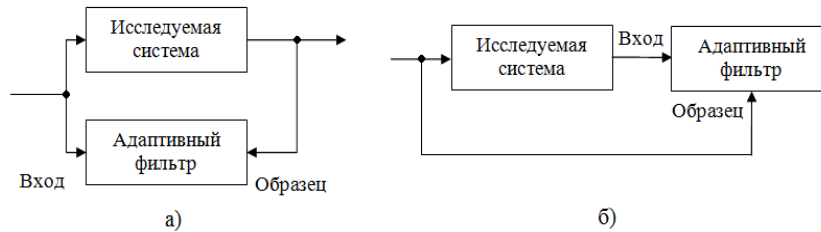


Рис. 1 – Идентификация систем с помощью адаптивного фильтра: а – прямая идентификация, б – обратная идентификация.

Задача идентификации параметров шумов сформулирована следующим образом. Задан выходной сигнал датчика, представляющий собой сумму полезного сигнала и шума. Зная или предполагая, какие шумы присутствуют в выходном сигнале можно сформировать образцовый шумовой сигнал. С помощью адаптивного фильтра в данном случае решается задача прямой идентификации (Рис. 2). Входным сигналом адаптивного фильтра является предполагаемый шумовой сигнал, а в качестве образцового сигнала используется зашумленный сигнал от датчика. Адаптивный фильтр стремится преобразовать входной сигнал так, чтобы сделать его как можно ближе к образцовому. Поскольку с входным сигналом фильтра коррелирована лишь шумовая составляющая образцового сигнала, в установившемся режиме на выходе фильтра будет получаться оценка шума, присутствующего в образцовом сигнале.

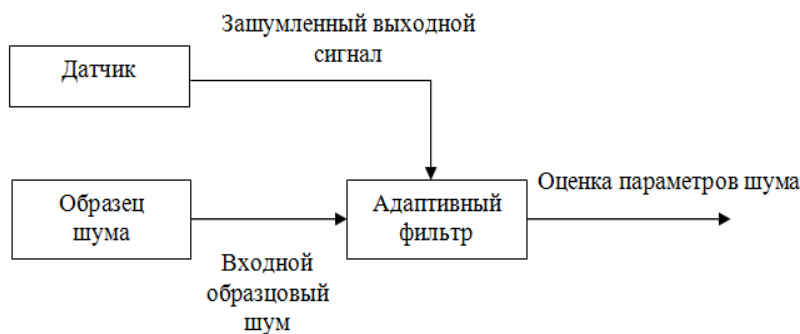


Рис. 2 – Идентификация параметров шумов с помощью адаптивного фильтра.

Выводы: результаты моделирования и экспериментов показали приемлемую точность оценки параметров с помощью адаптивного фильтра в случае соответствующего подбора образцового шумового сигнала.

#### Список литературы:

1. Сергиенко А. Б. Алгоритмы адаптивной фильтрации: особенности реализации в MATLAB // Exponenta Pro, 2003, N1, С. 11-20.