

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА РАЗМНОЖЕНИЯ ОЦЕНОК НА БАЗЕ ЦИФРОВОГО СИГНАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА ФИРМЫ TEXAS INSTRUMENT TMS320C5416

Марчук В.И., Житков Д.В., Шерстобитов А.И.

Южно-российский государственный университет экономики и сервиса  
346500, Шахты, Ростовской обл., ул. Шевченко, 147

В представленной работе реализован метод РАЗОЦ на базе цифрового сигнального процессора TMS320C5416. Оценена эффективность выделения полезной составляющей из аддитивной смеси полезной составляющей и шума при помощи метода РАЗОЦ, реализованного на отладочной плате. Получена зависимость среднеквадратического отклонения ошибки выделения полезной составляющей от дисперсии шума.

При практическом решении задачи обработки результатов измерений часто располагают единственной реализацией исследуемого процесса. При этом основной задачей является выделение полезной составляющей  $S(t)$  при наличии шумовой составляющей  $u(t)$  в условиях недостаточной априорной информации о статистических характеристиках  $S(t)$  и  $u(t)$ . Такие задачи встречаются в различных областях науки и отраслях промышленности.

При наличии единственной реализации результатов измерений применяют локальные методы сглаживания результатов измерений, использующие одну реализацию процесса, например, такие, как скользящее среднее, медианная фильтрация, экспоненциальное сглаживание. Также к числу методов, использующих одну реализацию результатов измерений относится метод размножения оценок (РАЗОЦ), подробно рассмотренный в работе [1].

Для реализации метода «РАЗОЦ» в реальном масштабе времени, при обработке сигнала с частотой порядка нескольких кГц, необходимо наличие ресурсоемких вычислительных мощностей, что связано с большим количеством итераций при обработке результатов измерений. Исходя из этого, для аппаратной реализации данного метода следует использовать высокопроизводительные цифровые сигнальные процессоры (ЦСП), программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), или гибридные процессорные схемы, совмещающие в себе преимущества тех и других. Последние на современном этапе развития микроэлектроники достаточно дороги для серийного производства, ПЛИС не имеют в своем составе аналоговой интерфейсной части для преобразования сигнала в цифровую форму до обработки и цифроаналогового преобразования после обработки. В случае использования ЦСП обеспечивается гибкость при реализации алгоритма за счет использования языка программирования высокого уровня. С другой стороны, ЦСП доступны по цене, имеют высокую производительность и по функциональному набору периферийных устройств ориентированы преимущественно на решение задач обработки сигналов. Таким образом, на этапе проектирования устройства, реализующего алгоритм «РАЗОЦ» целесообразным является использование ЦСП. В работе [2] приведена краткая информация по новейшим интегральным компонентам ЦСП технологий. Одним из лидеров рынка является фирма Texas Instrument (TI). Доминируя на рынке, ЦСП от TI составляют 45% общего объема [2]. Анализ показывает, что на сегодняшний день преобладающей и наиболее востребованной является 16 разрядная архитектура с фиксированной точкой. Исходя из этого для эксперимента был выбран ЦСП фирмы Texas Instrument.

Целью проводимых исследований является оценка эффективности выделения полезной составляющей при использовании метода размножения оценок и его аппаратная реализация на базе ЦСП фирмы Texas Instrument.

В качестве упрощенной модели реализации результатов измерений, рассмотрим аддитивную смесь полезной составляющей и шума:

$$Y(t) = S(t) + u(t),$$

где  $S(t)$  – модель функции полезного сигнала,

$u(t)$  – аддитивная шумовая составляющая, распределенная по равномерному закону.

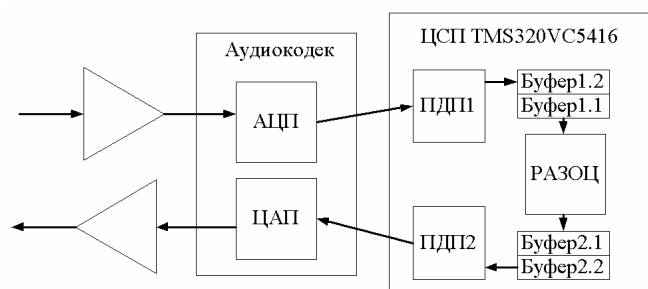


Рис. 1. Структурная схема цифрового фильтра, реализующего метод «РАЗОЦ»

Обоснование выбора значений основных параметров метода «РАЗОЦ» рассмотрены в работе [1]. На основе рекомендации, приведенных в работе [1] были выбраны значения параметров метода «РАЗОЦ» с целью достижения минимальной среднеквадратической ошибки выделения полезной составляющей. Модель шумовой составляющей  $u(t)$  имеет равномерный закон распределения с нулевым математическим ожиданием  $m$ .

В качестве процессора был выбран 16 – разрядный ЦСП TMS320C5416, реализованный в составе отладочной платы. Используемая отладочная плата имеет в своем составе необходимую периферию (аудиокодек, буферные усилители). Структурная схема предлагаемого устройства представлена на рис. 1.

На вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с выхода генератора подается синусоидальное напряжение амплитудой порядка 50 мВ. На выходе АЦП формируется последовательный 16 - разрядный знаковый код, соответствующий мгновенному значению входного синусоидального напряжения в текущий момент времени  $t$ . Через последовательный многоканальный буферизированный интерфейс входной сигнал в преобразованной цифровой форме попадает в один из шести каналов прямого доступа к памяти (ПДП1) и с его помощью накапливается в буфере памяти ЦСП «Буфер1.1» размером 256 шестнадцатитбитных слов. При заполнении буфера в ЦСП генерируется прерывание и указатель на начальный адрес буфера передается в основную программу. В процессе обработки данных входного буфера «Буфер 1.1» по методу РАЗОЦ и записи результирующего вектора в выходной буфер, канал ПДП1 продолжает в реальном масштабе времени формировать следующий входной буфер «Буфер 1.2». Выходной буфер в свою очередь пересылается по каналу ПДП2 через последовательный многоканальный буферизированный интерфейс на выход устройства. Благодаря описанному механизму работы устройства обеспечивается непрерывность обработки сигнала (рис. 1).

Эффективность оценки полезной составляющей на выходе устройства определяется по среднеквадратическому отклонению оценки выходного сигнала.

На рис. 2 представлена экспериментальная зависимость среднеквадратического отклонения ошибки ( $\sigma_{ОШ}$ ) от среднеквадратического отклонения шума ( $\sigma_{Ш}$ ) для случая синусоидальной модели полезного сигнала на входе устройства.

Анализ результатов, представленных на рис. 2 показывает, что зависимость  $\sigma_{ОШ} = f(\sigma_{Ш})$  имеет линейный характер.

Полученные результаты совпадают с более ранними результатами, приведенными в работе [1], что свидетельствует о совпадении теоретических и экспериментальных результатов. Таким образом, можно сделать вывод о физической реализуемости метода «РАЗОЦ» в виде самостоятельного устройства с возможностью обрабатывать данные в реальном масштабе времени.

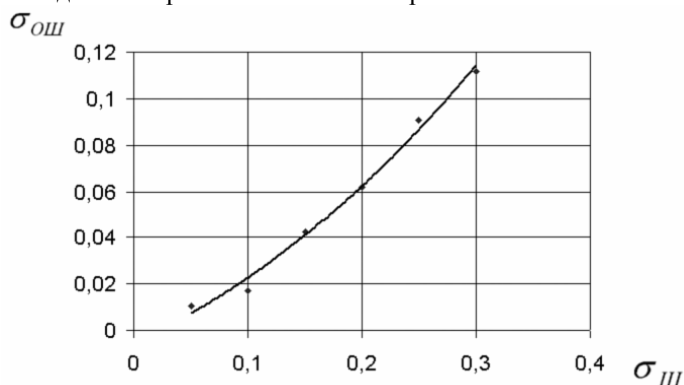


Рис. 2. Зависимость среднеквадратической ошибки выделения полезного сигнала от среднеквадратического отклонения шума

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- ЦСП TMS320C5416 отвечают требованиям поставленной задачи обработки результатов измерений;
- использование современных ЦСП позволило реализовать метод «РАЗОЦ» в виде устройства и проводить обработку данных практически в реальном масштабе времени;
- экспериментальные данные подтверждаются зависимостями, полученными с помощью имитационного моделирования.

#### Литература

1. Марчук В.И. Первичная обработка результатов измерений при ограниченном объеме априорной информации. Под ред. Румянцева К.Е.. Таганрог. ТРГУ. 2003, 160с.
2. DSP. Электронные компоненты, 2003 г. - № 4.

