

УДК 621.391:519.727

## БЫСТРОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ НИЗКОСКОРОСТНЫХ КОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УОЛША

БУДЬКО А. А., ДВОРНИКОВА Т. Н.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: [tania.d@inbox.ru](mailto:tania.d@inbox.ru)

**Аннотация.** Данная работа посвящена применению ортогонального базиса Уолша в цифровой обработке сигналов при быстром декодировании низкоскоростных кодов.

**Abstract.** This work is devoted to the application of the orthogonal Walsh basis in digital signal processing for fast decoding of low-rate codes.

В настоящее время идет бурное развитие средств обработки информации. Разработчики сложных информационных систем стремятся увеличить надежность и помехоустойчивость отдельных элементов систем (средств обработки информации, устройств памяти, ввода-вывода, модуляции-демодуляции и др.), причем даже при очень высокой надежности элементов необходимо использовать общесистемные средства повышения помехоустойчивости [1].

Развитие средств обработки информации осуществляется по двум основным путям:

- 1) разработки эффективных алгоритмов вычислений, минимизирующих количество элементарных операций (сложения, умножения, пересылки);
- 2) создания элементной базы в виде наборов микропроцессорных комплектов и микроЭВМ с соответствующим математическим обеспечением.

Отсутствие эффективных алгоритмов приведет к созданию вычислительных систем низкой производительности, что не только экономически невыгодно, но в ряде случаев (например, при обработке сигналов в реальном масштабе времени) просто неприемлемо.

Совершенствование элементной базы и методов проектирования способствует расширению возможностей как программной, так и аппаратной реализации, открывает дополнительные резервы повышения точности, помехоустойчивости, быстродействия и других показателей эффективности.

Известно достаточно большое количество систем ортогональных функций. Однако применение той или иной системы ортогональных функций в радиотехнике и в других отраслях науки и техники зависит от ряда причин и, в первую очередь, от имеющейся элементной базы.

Кроме элементной базы, обеспечивающей практическое применение определенной системы ортогональных функций, необходимыми условиями является также и то, чтобы эти функции обладали определенными структурными и другими свойствами, а также обеспечивали возможную простоту генерирования и спектральных преобразований.

Функции Уолша находят применение в различных областях передачи и цифровой обработки информации. Интересной особенностью функций Уолша является то, что они имеют в настоящее время четыре системы упорядочения: Уолша–Адамара, Уолша–Пэли, Уолша–Качмажа и Уолша–Трахтмана. Преобразование Уолша осуществляется с помощью быстрых алгоритмов.

К настоящему времени имеется определенное количество таких алгоритмов, которые получены в основном используя факторизации матриц Уолша в различных упорядочениях. Все эти алгоритмы требуют одно и то же количество операций, а именно  $N \cdot \log_2 N$ . Возможное количество алгоритмов быстрого преобразования Уолша очень велико. Однако они не равноценны. При рассмотрении алгоритмов быстрого преобразования Уолша выделяются так называемые «замечательные» алгоритмы быстрого преобразования Уолша, позволяющие осуществлять вычисления на местах, экономя память; алгоритмы, имеющие одинаковый вид на каждой итерации и

др. Выбор того или иного алгоритма зависит от решаемой задачи, а также от возможностей практической реализации.

В работе рассматривается быстрое декодирование низкоскоростных кодов и метод получения алгоритмов быстрого преобразования Уолша основанный на представлении элементов матриц Уолша в экспоненциальной или показательной форме. Получено два новых алгоритма в системе упорядочения Уолша-Пэлли, которые как и полученные ранее алгоритмы Кули-Туки, Сэнди, Кроузера-Радера-Рошфора, Андрюса-Кейна относятся к «замечательным» алгоритмам. Эти алгоритмы быстрого преобразования Уолша обладают свойствами симметрии, их граф для любой размерности может быть легко получен. Все алгоритмы быстрого преобразования Уолша требуют одинаковое количество арифметических операций, однако решение об использовании для конкретного применения того или иного алгоритма принимается на основе сравнения. Известно, что алгоритмы Кули-Туки и Сэнди не требуют дополнительной памяти, поскольку вычисления осуществляются на местах. В то время алгоритм Кроузера-Радера-Рошфора не позволяет осуществить вычисления на местах и требует дополнительной памяти. Однако граф быстрого преобразования Уолша (алгоритм Гротера-Рейдера) имеет все одинаковые итерации, что дает определенное преимущество при осуществлении вычислений мгновенного спектра по Уолшу.

Полученные два варианта алгоритма быстрого преобразования Уолша в системе упорядочений Уолша-Пэлли являются симметричными и относятся к «замечательным». А рассмотренный метод извлечения алгоритмов быстрого преобразования Уолша может быть использован в различных системах упорядочений. На основе алгоритмов быстрых преобразований строятся процессоры быстрого преобразования Уолша.

При практическом использовании низкоскоростных кодов осуществляются две операции: кодирование и декодирование. Основной проблемой при использовании низкоскоростных кодов в радиотехнических устройствах является декодирование [2]. Быстрое преобразование Уолша дает возможность использовать быстрое декодирование низкоскоростных кодов. Быстрое декодирование, заключающееся в сокращении числа операций, необходимых для декодирования, является важной задачей.

Использование быстрого преобразования Уолша позволяет решать проблемы декодирования низкоскоростных кодов.

### **Список использованных источников**

1. Мак-Вильямс Ф. Дж., Слоэн Н. Дж. А. Теория кодов, исправляющих ошибки. – М.: Связь, 1979.- 744 с.
2. Лосев В. В. Микропроцессорные устройства обработки информации. Алгоритмы цифровой обработки. Минск: Высшая школа, 1990.-132с.