

**В.А. КРЫЛОВА**, ст. преподаватель каф. АУТС, НТУ «ХПИ»

## **РЕАЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО УСТРОЙСТВА КОДИРОВАНИЯ/ДЕКОДИРОВАНИЯ НА ПЛИС**

Предлагается разработка устройства для адаптивного помехоустойчивого кодирования/декодирования для систем передачи информации с оценкой качества информационного состояния канала связи.

**Ключевые слова:** адаптивная система, канал передачи данных, ПЛИС-технологии, канал связи, статистика ошибок.

**Введение.** Современные системы управления сложными объектами имеют распределенную модульную архитектуру, в которой функции управления выполняются автономными блоками, связь между которыми осуществляется с помощью каналов обмена данными, реализующих стандартные протоколы. Разрабатываемая система кодирования/декодирования должна быть динамической, т.к. в процессе моделирования меняются параметры системы, а также должна быть обеспечена возможность отслеживания производительности системы в условиях реальной работы. Аппаратная реализация системы должна быть осуществлена с использованием технологии ПЛИС SoC (System on Chip) – система на кристалле, основным преимуществом которой является универсальность, а также высокая производительность обмена данными, но при этом возможность изменения параметров системы. Основные изменения выполняются в программе микроконтроллера.

**Цель статьи** – разработка устройства адаптивного кодирования/декодирования с переменными параметрами для систем связи, тем самым увеличивая выигрыш за счет кодирования и скорость передачи.

**Материалы исследований.** Общая схема адаптивного кодирования для систем передачи информации представлена на рисунке 1, где возможно раздельное применение информационной и обратной связи в контурах оперативного и адаптивного управления. Объект управления представлен в виде совокупности блоков: входного накопителя (Вх. НК), кодера (К), модулятора (М), переключателей каналов (ПК) и группы каналов связи (КС), а также демодулятора (ДМ), декодера (ДК), выходного накопителя (Вых. НК). Блок идентификации состояний обеспечивает оценивание параметров или структуры системы по совокупности сигналов  $X_1, X_2, X_3$ . Для определенного состояния блоком оперативного управления выбирается стратегия, в соответствии с которой перестраивается режим работы, структура и параметры - кодера, модулятора, переключателя каналов, а также декодера и

демодулятора, как в канале передачи информации, так и в канале обратной связи с помощью соответствующих управляющих сигналов  $U_1, \dots, U_3$ . На контур оперативного управления возлагается задача регулирования параметров системы в рамках текущего состояния. Такая структура системы передачи информации согласуется с концепцией относительно медленного изменения состояния канала. В пределах одного квазистационарного состояния осуществляется оперативное управление. Если же состояние канала изменяется, то контур адаптивного управления производит изменение соответствующих параметров системы. Канал обратной связи используется для передачи сигналов как оперативного, так и адаптивного управления.

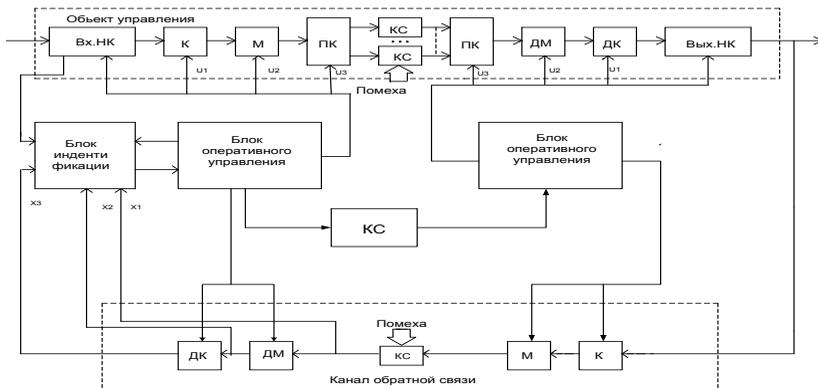
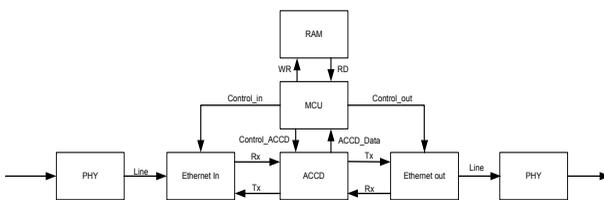


Рис. 1 – Схема адаптивного кодирования

Для реализации адаптивного кодера/декодера, который представляет собой программно-аппаратно зависимое устройство, можно создать эффективное по быстродействию устройство на ПЛИС технологии (программируемые вентильные матрицы). Однако недостатками данной системы являются: трудоемкость создания, недостаточная гибкость устройства, сложность реализации сетевых адаптивных методов кодирования при только аппаратной реализации устройства, т.к. сложно задавать и менять параметры необходимые для расчета. Разрабатываемая система кодирования/декодирования должна быть динамической, т.к. в процессе моделирования меняются параметры системы, а также должна быть обеспечена возможность отслеживания производительности системы в условиях реальной работы.

Таким образом, проектирование устройства кодирования/декодирования на вентильных матрицах не целесообразно, т.к. достаточно сложно реализовать сетевой протокол для систем передачи данных с переменными параметрами. Возникает необходимость реализации сетевого устройства адаптивного кодирования/декодирования с возможностью программного и аппаратного изменения в процессе эксплуатации устройства для достижения высокой эффективности. Программно-аппаратная реализация устройства должна быть

осуществлена с использованием технологии ПЛИС SoC (System on Chip) – система на кристалле, основным преимуществом которой является универсальность, а также высокая производительность обмена данными, но при этом возможность изменения параметров системы в процессе эксплуатации с помощью программ, написанных на языке высокого уровня. Универсальность такого решения заключается в возможности использования системы на кристалле в различных устройствах с минимальными изменениями схемотехники SoC. Основные изменения выполняются в программе микроконтроллера. Также существует решение с установкой программного обеспечения в виде операционной системы на FPGA с технологией SoC, а это позволяет использовать программное обеспечение, которое разрабатывается на языках высокого уровня ПЛИС-технология предоставляет гибкость для создания систем на кристалле (SoC – system on chip), состоящих из различных IP-ядер (Intellectual Property Core). IP-блок – готовые блоки для проектирования микросхем (например, построения систем-на-кристалле). Внедрение IP-ядер, таких как блок памяти, блоки цифровой обработки, встроенные процессорные ядра с периферией, скоростные каналы ввода/вывода позволяет создавать внутри кристалла инфраструктуру IP-ядер, что является мощным инструментом для создания SoC. В качестве средства проектирования такой системы может быть использована САПР Quartus II фирмы Altera, она обеспечивает существенные преимущества в производительности и включает целенаправленную поддержку ПЛИС с технологией систем на кристалле SoC FPGA. Также Quartus II включает расширенную интеграцию системы Qsys и средства поддержки разработки блоков цифровой обработки сигналов (ЦОС) DSP Builder, и также широкий набор завершенных IP-ядер. Проектирование адаптивного устройства осуществлялось при помощи специализированного программного обеспечения Altera Quartus II 9.2. FPGA Cyclone (рисунок 2).



Рису 2 – Устройство адаптивного кодирования

Работа устройства осуществляется следующим образом. При включении данного устройства в сеть процессор MCU собирает данные о состоянии канала связи для оценки информационного состояния канала, а также оценки статистических характеристик потоков ошибок на выходе канала связи. Далее на основании этой оценки выбираются параметры гнездовых свёрточных кодов оптимальных к статистике ошибок, а именно принимается решение о значении длины кодового ограничения, строятся порождающие полиномы

для свёрточного кодера и задается значение глубины решетки декодирования для декодера. По шине ACCD\_Data передаются данные о сети, которые обрабатываются MCU и записываются в RAM через шину WR. После построения порождающих полиномов и задания значения длины кодового ограничения для кодера, а также задания значения глубины решетки декодирования, блок ACCD начинает свою работу. Сигналы Control\_in, Control\_out служат для того чтобы блокировать пакеты данных, которые не входят в последовательность символов для оценки статистических характеристик канала связи. Входящие пакеты поступают на блок ACCD по шине Rx, подвергаются кодированию или декодированию в соответствии с установленными параметрами свёрточного кодера и пересылаются блоком Ethernet out. Значения параметров кодера хранятся в RAM, и по шине RD осуществляется считывание данных из RAM.

**Выводы.** Реализовано адаптивное устройство кодирования/декодирования с переменными параметрами на FPGA фирмы Altera, с использованием встроенных IPcore блоков для построения систем на кристалле. В качестве средства разработки использована среда автоматизированного проектирования Quartus II..

**Список литературы:** 1. Живица Н.И. Теоретические основы передачи данных/ Н.И.Живица, А.Г. Пушко., В.А. Лукин – К.: КВВИДКУС, 1991. – 479 с.. 2. Кларк Дж. Мл, Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. Пер. С англ. – М.: Радио и связь, 1987.г. 392 с.

3. Дьяконов В.П. Simulink 5/6/7: Самоучитель / Дьяконов В.П. –М.: ДМК-Пресс, 2008. -784 с.

4. Черных И.В. Simulink: Среда создания инженерных приложений /Черных И.В. Под общ. ред. к.т.н. Потёмкина –М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003 г., 496 с

**Spisok literatury:** 1. Zhivica N.I. Teoreticheskie osnovy peredachi dannyh/ N.I.Zhivica, A.G. Pushko., V.A. Lukin – K.: KVVIDKUS, 1991. – 479 s.. 2. Klark Dzh. Ml, Kejn Dzh. Kodirovanie s ispravleniem oshibok v sistemah cifrovoj svyazi. Per. S angl. – M.: Radio i svjaz', 1987. g. 392 s. 3. D'jakonov V.P. Simulink 5/6/7: Samouchitel' / D'jakonov V.P. –M.: DMK-Press, 2008. -784 s.

4. Chernyh I.V. Simulink: Sreda sozdanija inzhenernyh prilozhenij /Chernyh I.V. Pod obshh. red. k.t.n. Potjomkina –M.: DIALOG-MIFI, 2003 g., 496 s

*Поступила (received)05.03.2014*

*А.М. КУДИН*, д-р техн. наук, старш. научн. сотр., ИСМА НАН Украины, Харьков;

*Ю.А. БОРОДЕНКО*, канд. техн. наук, старш. науч. сотр., ИСМА НАН Украины, Харьков;

*В.В. БЕЛОГУБ*, ведущий инж., ИСМА НАН Украины, Харьков;

*А.В. ДИДЕНКО*, инж., ИСМА НАН Украины, Харьков.

## **СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЦИНТИЛЛЯТОРОВ И ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «СЦИНТИЛЛЯТОР – PIN ФОТОДИОД»**

Представлены результаты разработки и изготовления спектрометрического стенда для тестирования сцинтилляционныхборок, выполненных на основе системы «сцинтиллятор CsI:Tl – PIN фотодиод». Показано, что изготовленные сборки и разработанный спектрометр удовлетворяют жестким требованиям для приборов, предназначенных для исследования солнечной радиации в космических условиях.

**Ключевые слова:** сцинтиллятор, PIN фотодиод, детектор, спектрометрия, энергетическое разрешение.

**Введение.** Измерение спектрометрических характеристик детекторов, предназначенных для космических исследований, остается важнейшей проблемой. Для системы сцинтиллятор – PIN фотодиод (СЦ – ФД) малощумящих измерительных спектрометрических стендов на мировом рынке нет.

**Анализ публикаций, цели и задачи.** Результаты разработки и изготовления сцинтилляционных детекторов нового поколения на основе системы СЦ–ФД, представлены в [1,2]. Это повлекло за собой необходимость создания для этих сцинтилляционных детекторов высокочувствительных измерительных стендов, по причине их отсутствия на мировом рынке.

Целью настоящей работы является повышение чувствительности тестирования сцинтилляционных детекторов нового поколения. Для достижения поставленной цели необходимо для системы на основе «сцинтиллятор CsI:Tl – PIN фотодиод», создать специальный малощумящий (500 электронов в полосе 10 кГц) спектрометрический стенд для исследования характеристик детекторов.

**Материалы исследований.** Стенд состоит из измерительной камеры, спектрометра и персонального компьютера (см. рис. 1). Измерительная камера, экранирована от низкочастотных и высокочастотных электромагнитных полей, света и защищена от вибраций. Камера состоит из двух отсеков. В первом отсеке размещается испытуемый сцинтиллятор или