

Рассмотрим некоторые особенности технологических решений *LTE*:

Для передачи сигнала с большим пик-фактором отказались от технологии *OFDM*, т.к. требуется высоко линейный и дорогостоящий усилитель. Используют технологию *SC-FDMA* – мультиплексирование на одной поднесущей [2].

При использовании *MIMO* в технологии *WiMax* ресурсы выделяются пользователям слотами, формируемыми из поднесущих и символов *OFDM*; при этом применяется метод расстановки поднесущих *PUSC*. В пределах одного ресурсного блока (180 кГц) поднесущие коррелированы, что позволяет сократить количество поднесущих. Доля поднесущих в *LTE* в 1,5 раза меньше, чем в *WiMax*.

В сетях *LTE* для каждой абонентской станции и каждого частотного блока несущей формируются индикаторы качества канала. Пользователям выделяются ресурсные блоки с наивысшим качеством (отношение сигнал/шум). В *WiMax* поднесущие распределены по всему спектру канала [3].

Благодаря упрощенной архитектуре (отсутствие контроллера базовых станций) сократилось время на обработку пакетов до 10 мс, против 30 мс в *WiMax* [3].

Используются несколько десятков схем модуляции и кодирования. Выбирается та, которая в данных условиях распространения радиоволн обеспечивает максимальную пропускную способность. Точность настройки на канал в зависимости от отношения сигнал/шум составляет 1-2 Дб. В *WiMax* число схем в несколько раз меньше, точность настройки более грубая – 2-3 Дб.

Используется модифицированный алгоритм частичного управления мощностью. Пороговое отношение сигнал/шум меняется для пользователей в зависимости от их положения. Вблизи базовой станции абонентский терминал работает с более высоким отношением сигнал/шум, с более высокой скоростью кодирования и кратностью модуляции, следовательно, с более высокой спектральной эффективностью. В *WiMax* мощность излучения устанавливается с отношением сигнал/шум, равным некоторому пороговому значению.

Рассмотренные методы обработки сигнала позволили стандарту *LTE* достичь высокой пропускной способности сети (таблица 1). Такие скорости близки к скорости кабельного доступа (технология *ADSL*) и позволяют реализовать полноценную передачу мультимедийной информации.

Вывод. Задача локализации источников радиоизлучений в сетях мобильной связи и выбор соответствующего метода является достаточно сложной, так как необходимо учитывать множество факторов. Это связано с различной структурой сетей, использованием в них отличающихся способов передачи сообщений, а также множество специальных характеристик системы: количество излучаемых антенн; наличие мультиплексирования и многолучевости; спектральные характеристики сигналов.

Список литературы

1. Варукина Л.А., Координация помех в сетях *LTE*//Радиочастотный спектр. – 2010.-№2. – С. 30-33.
2. Вишневецкий В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия *WiMax*. Путь к 4G. – М.: Техносфера, 2009. – 465 с.
3. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи *LTE*: технологии и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 284 с.

**ОТ ПРИБОРОВ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ
К ВИДЕОСИСТЕМАМ НА КРИСТАЛЛЕ**

Прокопьев А.С., Шмокин М.Н.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: oslit@yandex.ru

Получение видеоизображения – неотъемлемая составляющая современных информационных тех-

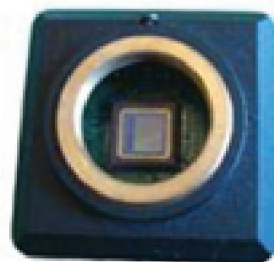
нологий. При кодировании изображения происходит фотоэлектрическое преобразование, накопление и усиление сигналов. В канале передачи производится согласование параллельного (многомерного) потока фотонов с одномерным каналом, в котором сигнал является функцией времени и формирование минимального количества информации при заданном уровне её качества. В основе видеосистем – ПЗС-матрица (CCD array) и блок обработки аналогового видеосигнала (АЦП с различными дополнениями), отработанные принципы построения и технологии.

КМОП датчики изображения. Реальной альтернативой ПЗС являются КМОП датчики изображения, совмещающие на одном кристалле светочувствительную матрицу и полную обработку аналогового сигнала (включая АЦП). В настоящее время рынок телевизионных камер на КМОП сенсорах стремительно обгоняет рынок телекамер матричных ПЗС [1]. Первоначально КМОП датчики изображения разрабатывались для космических программ NASA. Телекамеры на КМОП фотоприёмниках имеют большие перспективы развития, так как именно они наиболее подходят для процесса объединения каналов связи и систем на кристаллах, т.е. реализации задачи кодирования источника и кодирования канала на одном кристалле. Во-первых, это реализация непосредственно в кристалле докоммутированного усиления изображений. Во-вторых, кодирование источника изображения, и кодирование канала передачи с возможностью специальной обработки видеoinформации непосредственно на том же кристалле, на котором расположен фотоприёмный массив элементов.

Видеосистемы на кристалле. Сейчас существуют видеосистемы на кристалле, осуществляющие преобразование потока фотонов в поток координат объектов. Возможно скорое появление видеосистем на кристалле, объединяющих фотоприёмную матрицу большого формата (телевидение высокой чёткости) и кодер источника (т.е. устройство сжатия изображения) в одном из перспективных стандартов. Сейчас наиболее популярны MPEG-2 и MPEG-4.[2] Так же существуют видеосистемы на кристалле, сочетающие в себе первый этап кодирования источника (накопление и усиление сигналов) с кодированием канала, ориентированным на компьютерные сети.

Из областей применения КМОП датчиков изображения рассмотрим те, которые развиваются в странах СНГ: системы видеонаблюдения/системы безопасности; медицинские приборы; биометрические системы идентификации; системы технического зрения; автомобили.

На рисунке приведен внешний вид телевизионной камеры, разработанной НПК «ЕС Экспертс» на основе 3-х мегапиксельного КМОП сенсора фирмы Micron, имеющей интерфейс USB 2.0 и программное обеспечение для ввода изображений в компьютер [1].



Телекамера на КМОП фотоприёмниках НПК«ЕС Экспертс»

В автомобилях КМОП датчики изображения применяются в ряде систем: предупреждения пересечения разделительной полосы; ночного видения; контроля фар; управления подушками безопасности, панорамном зеркале; и др.

Одними из приоритетных разработчиков КМОП датчиков изображения для стран СНГ являются фирмы *OmniVision*, *Agilent* [3].

Фирма *OmniVision* работает в направлении создания функционально завершенных изделий *CameraChips™*, состоящих из датчика изображения, схемы обработки видеосигнала и интерфейса на одном кристалле. В таблице приведены технические характеристики некоторых из разработанных систем.

Однокристалльные КМОП датчики изображения *CameraChips™* [3]

Обозначение	Вид изображения	Размер изображения (пиксель)	Чувствительность (люкс)	Сигнал/шум (выход)	Стандарт	Цифр. выход (бит)	Аналог. выход	Примеч.
OV7411	ч/б	628×582	0,5	>48 Дб	NTSC PAL		+	Шина управл. I ² C
OV7930	Цвет.	510×492	< 2,0	>46 Дб	NTSC		+	Совместим с USB
OV7640	Цвет.	640×480	< 3,0	46 Дб	YUV422 RGB422	8		Совместим с USB
OV8610	Цвет.	800×600	< 3,0	>48 Дб	RGB	10		Совместим с USB
OV9620	Цвет.	1280×1024	1В/люкс-с	54 Дб	RGB	10		Совместим с USB
OV9121	ч/б	1280×1024	1В/люкс-с	54 Дб	RGB	10	+	Совместим с USB
OV2610	Цвет.	1600×1200	1В/люкс-с	54 Дб	RGB	10		Совместим с USB

OV7930 – цветная камера с полным видеосигналом NTSC на выходе, что позволяет подключать ее непосредственно на VCR TV монитор (питание +5 В). Диапазон применения от систем видеоконференций, видеофонов до систем видеонаблюдения, безопасности, идентификации по отпечаткам пальцев, медицинского и стоматологического оборудования. И все это в 28-выводном корпусе CLCC-28 или PLCC-28.

Если необходим не только NTSC видеосигнал, но и PAL, то для этого подойдет OV7910/OV7411 (цветная/черно-белая), которая работает с S-video. Основное назначение этих камер (по рекомендации *OmniVision*) – автомобили. Но они отлично подходят и для различных систем видеонаблюдения.

Особенностью камер OV8610, OV9620/OV9121 (1,3 миллиона пикселей) является возможность изменять размер окна матрицы изображений, что увеличивает степени свободы разработчика при создании различных биометрических устройств, систем машинного зрения.

На базе OV2610 с разрешением 1600x1200 пикселей (2 миллиона пикселей) делать обычную систему наблюдения возможно излишне, однако она отлично подходит для видеонакопителей и камкодеров кадровой съемки.

Структуру и основные принципы работы можно рассмотреть на примере цветной камеры OV7640.

OV7640 (цветная) *CameraChips™* – КМОП датчик изображения с напряжением питания 2,5 В. Состоит из полнофункциональной VGA камеры (с разрешением 640x480 пикселей) и процессора обработки видеосигнала (на одной подложке) [3,4]. Эта камера создает полноформатное, 8-разрядное изображение дискретным методом или по методу организации окна в различных форматах. Управление OV7640 осуществляется через интерфейс SCCB (Serial Camera Control Bus – последовательная шина управления камерой).

Матрица изображения работает со скоростью до 30 кадров в секунду, пользователь имеет возможность полностью управлять качеством изображения, форматированием и передачей данных. Все

необходимые функции обработки изображения :регулировка экспозиции, контрастность, баланс белого, цветонасыщение, регулировка цветового тона и т.д., – программируются через интерфейс SCCB. Кроме того, в *CameraChips™* используется технология *OmniVision* улучшения качества изображения за счет снижения или устранения дефектов изображения (размывание, ореол и пр.). В состав OV7640 входит: матрица изображения (620x480 пикселей); тактовый генератор; блок аналоговой обработки сигнала; аналого-цифровые преобразователи; блок форматирования выходного сигнала; цифровой видеопорт; интерфейс SCCB.

Выводы. КМОП телекамеры обладают потенциальными характеристиками чувствительности, разрешающей способности, динамического диапазона, быстродействия, надёжности и компактности, позволяющими им стать главными видеоинформационными приборами. КМОП датчики изображения позволяют создавать видеосистемы с малым потреблением, минимумом внешних элементов, высоким качеством изображения. Простота подключения к персональному компьютеру (через USB порт) значительно упрощает создание видеосистем любой сложности.

Список литературы

1. Манцетов А.А. Потенциальные характеристики матричных ПЗС. Материалы 59-й конф. Апрель 2004, СПб, 2004.
2. Березин В.В., Фахми Ш.С. Проектирование устройств обработки сигналов на основе технологии «система на кристалле». СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. – 148 с.
3. Ракович Н.Н. *CameraChip*: полная видеосистема на кристалле//Компоненты и технологии. 2004, №1, с. 128–130.
4. Березин В. В. Видеосистемы на кристалле: новые системные возможности. Вопросы радиоэлектроники. Серия Техника телевидения, 2006, вып. 1, с. 63–71.

ЦИФРОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Юрлов А.А., Федосеева Л.И.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: oslit@yandex.ru

Рассмотрена задача построения транспортной сети минимальной длины. Для решения задачи марш-