

СРАВНЕНИЕ СТАНДАРТОВ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ВЕЩАНИЯ DVB-T И DVB-T2

Аннотация. Система DVB-T наиболее распространена в мире и представляет собой самые последние технологии модуляции и кодирования, что обеспечивает передачу аудио и видео услуг для абонентов. Система DVB-T2, как и DVB-T, использует схему цифровой модуляции OFDM для устойчивости сигнала и предлагает несколько режимов, позволяющих сделать его максимально гибким. В докладе проведено сравнение стандартов цифрового наземного телевизионного вещания DVB-T и DVB-T2, приведены сравнительная таблица режимов передачи и пояснительные рисунки спектров цифровых сигналов.

Наиболее широко адаптированным и развернутым стандартом для Цифрового Наземного Телевидения (DTT) является DVB-T, который был опубликован в марте 1997 года. Эта система наиболее распространена в мире и представляет собой самые последние технологии модуляции и кодирования, что дает возможность высокоэффективно использовать ценный наземный диапазон для передачи аудио, видео услуг и услуг передачи данных для фиксированных, портативных и мобильных устройств. Услуги вещания существуют в настоящее время в более чем 35 странах мира, с перспективой дальнейшего развития в ближайшие годы. В стандарте DVB-T, в качестве базовой, используется OFDM модуляция, благодаря которой и достигаются уникальные свойства в части возможности построения одночастотных сетей (SFN – Single Frequency Network), обеспечения низкого требуемого отношения несущая/шум (C/N), высокой степени защиты от многолучевости и низкой чувствительности к эффекту Доплера (при приеме в движении). Помимо основных видов модуляции (QPSK, 16 QAM и 64 QAM) в стандарте DVB-T используется также и иерархическая модуляция, позволяющая в потоке с высоким приоритетом передавать меньшее число программ и даже с более худшим качеством, но со значительным увеличением зоны покрытия, представляя тем самым вести прием на комнатные антенны в зоне покрытия. Необходимость увеличения пропускной способности при использовании дополнительных услуг рождает серьезные требования к высокой эффективности используемых методов передачи.

Модификация DVB-T2 является идеальным решением, предоставляющим высокий уровень устойчивости сигнала и обеспечивающая необходимое увеличение пропускной способности, при сохранении существующей инфраструктуры антенн. Следует заметить, что

высвобождение частотных ресурсов при отказе от аналогового вещания открывает дополнительные возможности для предоставления услуг на основе этой новой технологии.

Ключевыми требованиями для перехода на новый стандарт являются увеличение объёма передаваемой информации и улучшение надежности, что достигается при увеличении пропускной способности на 30-50% по сравнению с предыдущей версией в аналогичных условиях распространения сигнала.

Как и предшественник, DVB-T2 использует OFDM (ортогональное частотное мультиплексирование) модуляцию, с большим числом поднесущих. Также вместе с DVB-T, новая спецификация предлагает диапазон различных режимов, делающих его очень гибким стандартом (см. таб. 1). В области устранения ошибок, DVB-T2 использует то же самое кодирование, что было использовано в DVB-S2. LDPC (Low Density Parity Check - код с малой плотностью проверок на четность) кодирование, объединенное с BCH (Bose-Chaudhuri-Nocquengham – БЧХ) кодированием, обеспечивает превосходные эксплуатационные показатели в присутствии высоких шумовых уровней и взаимного влияния, в результате чего реализуются необходимые условия для высококачественного приёма радиосигналов цифрового наземного телевидения стандарта DVB-T2. LDPC-коды описываются низкоплотностной проверочной матрицей, содержащей в основном нули и относительно малое количество единиц. Последнее упрощает декодирование информационных сигналов на приёмной стороне канала связи.

Таблица 1. Сравнение имеющихся режимов передачи в DVB – T и в DVB – T2

	DVB – T	DVB – T2
Кодирование с исправлением ошибок (FEC)	Свёрточное кодирование + Кодирование Рида Соломона 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC +BCH 1/2, 3/5 , 2/3, 3/4, 4/5 , 5/6
Режимы	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Защитный интервал	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256 , 1/8, 19/128 , 1/16, 1/32, 1/128
FFT размер	2k, 8k	1k , 2k, 4k , 8k, 16k , 32k
Рассеянные пилот-сигналы	8% от общего числа	1% , 2% , 4% , 8% от общего числа
Непрерывные пилот-сигналы	2.6% от общего числа	0.35% от общего числа

Несколько различных вариаций параметров сигнала, таких как число поднесущих, размер защитного интервала и количество пилот-сигналов комбинируются таким образом, что потери могут быть минимизированы для любых параметров, таких как зона обслуживания, мощность передатчика и др. Новая технология обеспечивает дополнительную надежность в зашумлённых каналах. Механизм передачи устроен так, что имеется возможность отдельно

настраивать модуляцию каждой переданной услуги в пределах канала, чтобы обеспечить требуемые условия приема (например, комнатная антенна/антенна на крыше). Этот же механизм позволяет передавать поток таким образом, чтобы приемник мог оптимизировать декодирование отдельной программы в большей степени, чем целого пакета программ.

Излучаемый OFDM сигнал описывается формулой (1):

$$s(t) = \text{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{m=0}^{\infty} \left[p_1(t - mT_F) + \frac{5}{\sqrt{27 \times K_{total}}} \sum_{l=0}^{L_F-1} \sum_{k=K_{min}}^{K_{max}} c_{m,l,k} \times \psi_{m,l,k}(t) \right] \right\} \quad (1)$$

$$\psi_{m,l,k}(t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k}{T_U} (t - \Delta - T_{P1} - lT_S - mT_F)} & mT_F + T_{P1} + lT_S \leq t \leq mT_F + T_{P1} + (l+1)T_S \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

DVB-T2 также точно определяет метод построения передатчика, известный как Alamouti кодирование, который улучшает перекрытие (покрытие) диапазона частот в одночастотных сетях небольшого размера. Наконец, DVB-T2 определены возможности, с помощью которых стандарт может быть обратно совместим и расширен в будущем, путем использования будущих, расширенных по объему передаваемой информации, кадров.

На рис.1 представлен теоретический спектр сигнала DVB-T2 для различных режимов передачи. Обратим внимание, что для расширенного режима 32K используется увеличенная полоса частот в пределах 8 МГц канала.

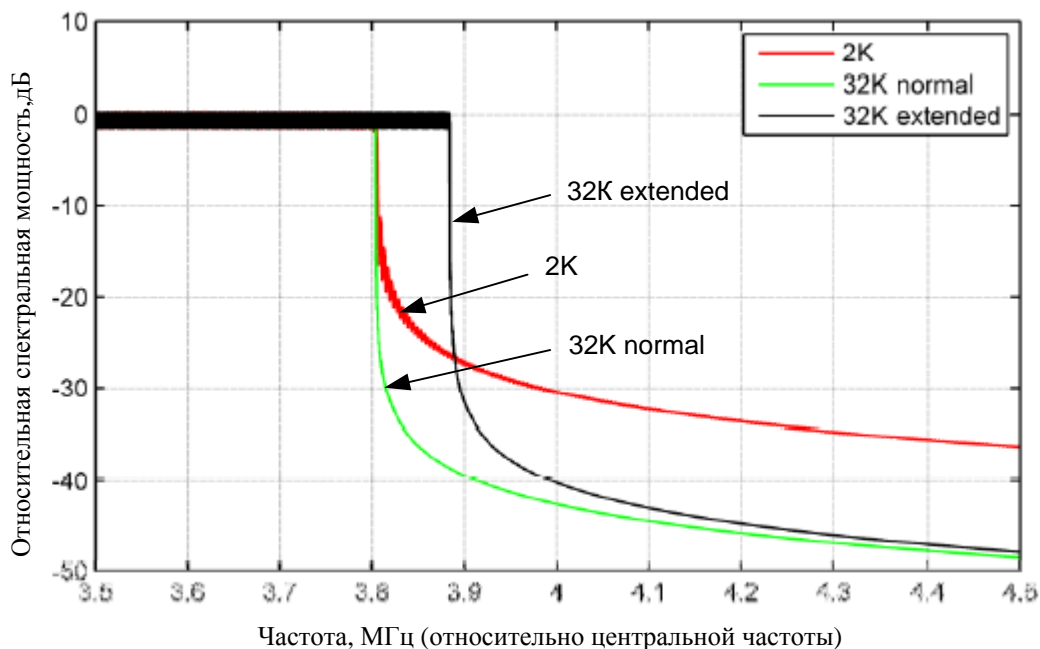


Рис.1. Часть теоретического спектра DVB-T2 для относительной длительности защитного интервала 1/8 (для канала 8 МГц).

В ближайшие годы в странах, где услуги DVB-T стали широко распространены, будет осуществляться полный отказ от аналогового вещания, и в процессе перехода на цифровое

наземное телевизионное вещание будут высвобождаваться УВЧ и УКВ диапазоны для других целей. Некоторые страны уже завершили переход на цифровое вещание. Одним из стимулов перехода на цифровое вещание, будет введение новых услуг, предусмотренных в стандарте DVB-T2. Это может дать начало существования, к примеру, списку из новых общенациональных объединений каналов, предлагающих мультикастовые HDTV услуги или, возможно, инновационные datacasting услуги. Как и с DVB-T, новый стандарт нацелен на прием не только посредством roof-top и set-top антенн, но и компьютеров, ноутбуков, автомобильных приемников и целого ряда других инновационных приемных устройств.

На рис.2 представлены пилот-сигналы на краях кадра OFDM для модуляции 8K и режима нормальной (a) и расширенной (b) поднесущей.

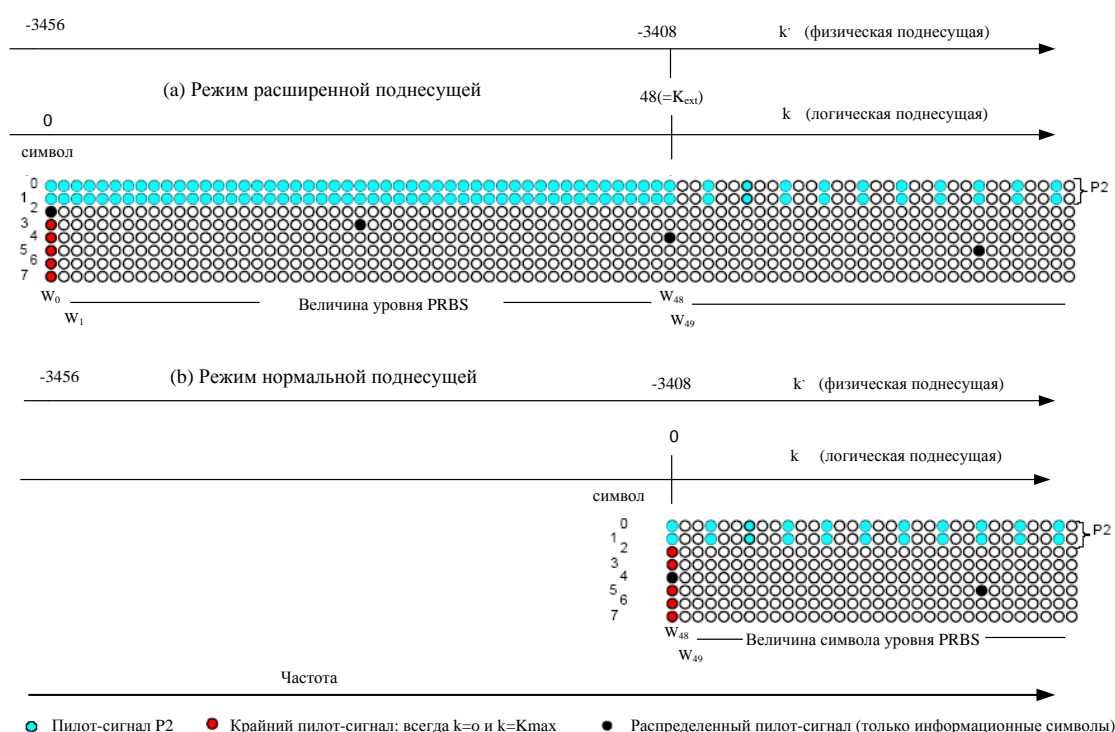


Рис.2. Иллюстрация пилот-сигналов и TR ячеек на краю спектра в режиме расширенной и нормальной поднесущей (8K PP7).

Переход от DVB-T к DVB-T2 должен будет тщательно контролироваться со стороны государства. DVB Project полностью предполагает, что DVB-T и DVB-T2 услуги будут сосуществовать бок о бок в течении некоторого времени, чтобы прийти, в конце концов, к тому – и это ясно из опытов в Австралии (DVB-T, MPEG-2 видео кодирование) и Франции (DVB-T, MPEG-4 видео кодирование), что наземные HDTV услуги в конечном итоге активизируют использование DVB-T2.

Первой страной, которая развернет DVB-T2, будет, вероятно, Великобритания, где отключение передатчиков аналогового вещания идет полным ходом. Британский координатор

Ofcom заявил о своём намерении преобразовать одно общенациональное объединение каналов в DVB-T2 с первыми передачами для мультиканальной HDTV приставки, чтобы начать вещание в конце 2009 года. Тестовые же передачи начались немедленно после одобрения стандарта в июне 2008 года.

Технические условия DVB-T2 были одобрены Управляющим Советом DVB в конце июня 2008 года. Первое издание было выпущено в виде рекомендаций DVB и отправлено в ETSI (Европейский Институт Телевизионных Стандартов) для публикации в виде формального стандарта. Продавцы уже работают над дизайном DVB-T2 оборудования, первые опытные образцы ожидаются в конце 2008 года - начале 2009 года. Параллельно, дальнейшая работа будет востребована в рамках DVB проекта и будет нацелена на создание исполняемых директив, тестирование приёмного оборудования и т.п.

Для представления решения конечному потребителю, операторы эфирного вещания готовят пакеты новых интересных услуг, включая значительно более широкий выбор каналов High-Definition, которые используют все преимущества, обеспеченные высокой емкостью и надежностью системы цифрового эфирного вещания DVB-T2.

Литература

1. DVB Steering Board Ratifies DVB-T2 Specification For Second Generation Digital Terrestrial Transmission. EN 302 755, 20 June 2008
2. М.И. Кривошеев, Виленчик Л.С., Красносельский И.Н., Цифровое телевидение/ Под ред. М.И. Кривошеева. – М.: Связь, 1980.
3. DVB document A122, Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), 30 June 2008
4. Пгачек М. Цифровое телевидение. Теория и техника – М.: Радио и связь, 1990.