

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО ЗВУКОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ

Л. КАЦНЕЛЬСОН, канд. техн. наук, г. Санкт-Петербург

В 1996 г. журнал опубликовал два материала по проблеме цифрового звукового радиовещания. Это было время “нулевого цикла”, когда решение о необходимости переходить на эфирное цифровое радиовещание созрело, но внедрение в практику еще не подтверждалось техническими предпосылками разработок подобных систем. Не был выработан и единый мировой стандарт. Поэтому в предыдущих публикациях речь шла только о возможностях цифрового вещания.

В данной статье автор знакомит читателей с результатами испытаний различных конкретных систем, проведенных подкомитетом цифрового радиовещания Международной Ассоциации производителей потребительской электроники (CEMA — Consumer Electronics Manufacturers Association), которые, надемся, позволят мировому сообществу сделать еще один шаг на пути к поставленной цели.

К цифровому звуковому радиовещанию (ЦЗРВ) в настоящее время привлечено повышенное внимание во многих развитых странах мира. Это обусловлено новыми возможностями, которые открывает внедрение ЦЗРВ: высокое качество звуковоспроизведения, характерное для проигрывателей компакт-дисков; возможность передачи дополнительной информации, в частности программ “радио мультимедиа”, сочетающих звуковую, видео, графическую, текстовую и другие виды информации; создание международных радиовещательных сетей и т. д.

Существующие системы ЦЗРВ можно разделить на две категории:

— системы, требующие для функционирования выделения отдельного частотного диапазона, свободного от других радиослужб;

— системы, для работы которых это не является необходимым условием.

Наиболее совершенной из разработанных ныне систем ЦЗРВ, относящейся к первой категории, является “Эврика-147/DAB” (DAB—digital audio broadcasting). Ей была посвящена статья в [1]. Эта система принята Европейским радиовещательным союзом (European Broadcasting Union — EBU) в качестве общеевропейской и рекомендована для внедрения во всем мире Межсоюзной технической комиссией Всемирной конференции радиовещательных союзов (Inter-Union Technical Committee of the World Conference of Broadcasting Unions). Системное построение и технические характеристики системы ЦЗРВ “Эврика-147/DAB” регламентированы в принятом в 1995 г. и дополненном в 1997 г. Европейском телекоммуникационном стандарте ETS 300 401 [3].

Для функционирования системы “Эврика-147/DAB” требуется выделение в диапазоне частот от 30 МГц до 3 ГГц полосы частот шириной не менее 1,54 МГц на один комплексный сигнал ЦЗРВ (так называемый “DAB-блок” или “ансамбль”), который может содержать, например, шесть высококачественных стереопрограмм и разнообразную дополнительную информацию.

Указанная система ЦЗРВ широко внедряется в ряде европейских и других стран. В частности, в Великобритании для наземного ЦЗРВ-DAB выделен диапазон частот 217,5... 230,0 МГц, в котором может быть размещено семь национальных и региональных многопрограммных DAB-блоков [5]. В Германии для наземного ЦЗРВ-DAB отведен диапазон частот 223... 230 МГц (12-й телевизионный канал), а также 1452... 1467,5 МГц (L-диапазон), что позволяет обеспечить прием в любой точке Германии, как минимум, двух DAB-блоков [6]. В этих странах с 1997 г. начато регулярное вещание по данной системе,

а многие другие развитые европейские страны и Канада практически готовы начать такое вещание.

Ко второй категории относятся системы ЦЗРВ-IBAC/IBOC, разработанные в США. Они предназначены для работы в УКВ диапазоне 88...108 МГц и СВ диапазоне 525...1608 кГц одновременно с существующими аналоговыми ЧМ и АМ радиостанциями, вещающими в этих же диапазонах. На существование таких систем указывается, в частности, в [2]. В той же статье высказывается мнение о том, что, с точки зрения экономии радиочастотного спектра, система ЦЗРВ типа IBOC является предпочтительной для внедрения в России.

С целью проведения сравнительного анализа технических возможностей и характеристик различных систем ЦЗРВ в 1995–1996 гг. в США под эгидой Ассоциации электронной промышленности (Electronic Industry Association — EIA) были проведены их лабораторные и полевые испытания.

Для лабораторных испытаний организация CEMA (США), которая является одной из секторов EIA, выбрала семь следующих систем ЦЗРВ, разработанных в течение последних нескольких лет [4]:

1. Система, разработанная фирмами AT&T и Lucent Technologies (США).

Она предназначена для работы в диапазоне 88...108 МГц в режимах использования соседнего канала (по отношению к действующему аналоговому ЧМ радиоканалу) или резервного канала. Первый режим называется “In-Band Adjacent Channel” (IBAC), второй — “In-Band Reserved Channel” (IBRC). Цифровой сигнал занимает один свободный ЧМ канал шириной 200 кГц. В нем могут передаваться с высоким качеством одна звуковая стереопрограмма и дополнительная информация. Цифровое кодирование звуковых сигналов обеспечивается с помощью так называемого “перцептуального аудиокодера” (Perceptual Audio Coder — PAC), разработанного фирмой AT&T. Скорость передачи цифрового звукового стереосигнала на выходе этого кодера составляет 160 кбит/с. Общая скорость цифрового потока, поступающего на модулятор передатчика, — 360 кбит/с. В системе применяется четырехпозиционная фазовая модуляция и трехуровневый метод защиты от ошибок для обеспечения качества звуковоспроизведения при ухудшении условий передачи сигналов. Радиочастотный сигнал содержит пилот-тон, который необходим для эффективного восстановления несущей.

2. Система, разработанная фирмами AT&T/Amati и Lucent Technologies (США), также предназначена для работы в диапазоне 88...108 МГц, но в канале, совмещенном

с каналом аналогового ЧМ вещания (“In-Band On Channel” — IBOC), что дословно переводится как “внутридиапазонная, передаваемая в том же канале”. Как и в предыдущей системе, в цифровом сигнале может передаваться одна высококачественная звуковая стереопрограмма и дополнительная информация. Кодирование звукового сигнала осуществляется с помощью кодера PAC при скорости цифрового потока 160 кбит/с на стереосигнал. Спектр радиочастотного цифрового сигнала располагается либо в двух полосах частот (режим DSB) шириной 73,5 кГц каждая, симметрично относительно несущей ЧМ сигнала (на удалении от 126,5 до 200 кГц от несущей), либо в одной из боковых полос: верхней или нижней (режимы LSB и USB соответственно).

В режиме DSB комплексный сигнал, включающий аналоговый ЧМ сигнал, занимает полосу частот 400 кГц. В этом режиме средняя мощность цифрового сигнала примерно на 15 дБ ниже, чем у основного ЧМ сигнала. В IBOC-сигнале используется многочастотная или COFDM модуляция [1].

3. Система VOA/JPL (США) предназначена для непосредственного спутникового вещания в диапазоне частот 2310...2360 МГц (S-диапазон). Лабораторные и полевые испытания проводились на частоте 2030 МГц. Цифровой сигнал, передаваемый в данной системе, занимает один канал с шириной полосы частот, равной 200 кГц. Кодирование звуковых сигналов также осуществляется с помощью кодера PAC при скорости передачи цифрового потока, равной 160 кбит/с. В системе применяется четырехпозиционная фазоразностная модуляция передаваемого сигнала.

4. Система USADR FM-1 (США) — это тоже IBOC-система (см. п. 2), однако скорость передачи кодированного цифрового звукового сигнала может изменяться от 128 до 256 кбит/с. Кроме того, цифровой сигнал занимает две боковые полосы частот шириной по 100 кГц каждая. Расположены они симметрично на удалении от 120 до 220 кГц от несущей ЧМ сигнала. Ширина полосы частот, занимаемая комплексным вещательным сигналом, составляет 440 кГц. В этой системе применяется разделение цифрового сигнала на 48 субканалов, причем скорость передачи цифрового потока в каждом из них составляет 8 кбит/с. По дополнительному 49-му каналу передается специальный сигнал для борьбы с многолучевым распространением. Средняя мощность цифрового сигнала на 15 дБ ниже мощности основного ЧМ сигнала. Общая скорость передачи цифрового потока составляет 384 кбит/с.

5. Система USADR FM-2 (США) тоже является системой IBOC, использующей для