

СИСТЕМА ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ HD RADIO, часть 2

В статье приведена информация о приемниках HD Radio и компонентах для их производства.



Abstract -

SYSTEM OF DIGITAL AUDIO BROADCASTING HD RADIO, part 2

In article the information on receivers HD Radio and components for their manufacture is resulted.

В. Макаренко

V. Makarenko

В первой части статьи [1] приведена краткая информация о системе цифрового радиовещания высокого качества HD Radio. Система совместима с обычной аналоговой системой радиовещания и позволяет передавать в полосе частот, занимаемой одной радиостанцией, сигналы аналогового и цифрового вещания. Передачи в формате HD Radio уже ведутся в Украине радиостанцией "Мелодия".

При использовании выпущенных ранее радиоприемников обеспечивается прием сигналов только аналогового вещания. Для реализации всех функций системы HD Radio необходимы новые радиоприемники. На сегодняшний день на рынке предлагается достаточно много моделей радиоприемников HD Radio, хотя не все из них можно приобрести сегодня в Украине.

Большая часть радиоприемников, выпускаемых на сегодняшний день, предназначены для установки в автомобилях. Если учесть, что система HD Radio обеспечивает прием сигналов в движущемся автомобиле и многие ведущие производители автомобилей уже начали устанавливать или планируют установить в своих новых моделях приемники, поддерживающие стандарт HD Radio, то это вполне объяснимо. Например, приемники HD Radio будут устанавливаться во всех автомобилях BMW.

Компания BMW приступила к внедрению HD Radio, начиная с осени 2005 г., объявив о возможности установки на заводе приемников HD Radio по отдельному заказу в автомобилях серий 6 и 7 образца 2006 г. В июне 2006 г. компания анонсировала то же самое для моделей 2007 года серии 5, а затем – и для моделей серии 3 [2]. В 2007 г. приемник HD Radio стоил около \$ 500.

С 2009 года концерн Volvo планирует устанавливать во все автомобили модельного ряда приемники HD Radio в стандартной комплектации. На конец 2008 года приемники HD входили в комплектацию тюнинговых версий некоторых моделей автомобилей концерна Volvo (для остальных моделей HD Radio было доступно по отдельному заказу).

На сегодняшний день приемники HD Radio входят в стандартную комплектацию некоторых моделей автомобилей компаний Ford, BMW, Mini Cooper, Jaguar, Volvo и Hyundai. Таким образом, ведущие автопроизводители, включая General Motors, Ford, BMW, Volvo и Chrysler, активно поддерживают формат цифрового радиовещания HD Radio [3].

Число моделей радиоприемников (особенно для автомобилей) стремительно растет. Например, только в интернет-магазине Best Buy предлагается 121 модель приемников, поддерживающих прием сигналов HD Radio [4].

Рассмотрим основные характеристики выпускаемых приемников, поддерживающих стандарт HD Radio.

ПРИЕМНИК ALPINE CDA-9884



Стоимость на начало февраля 2009 г. составляла \$ 206 на территории США и Европы и от \$ 260 до 375 – в Киеве.

Основные характеристики приемника в режиме приема HD Radio:

- пиковая выходная мощность, Вт – 4×50
- среднеквадратическое значение мощности в каждом канале, Вт – 18

- диапазон воспроизводимых частот, Гц – 5...20 000
- отношение сигнал/шум, дБ – 105
- прием аналоговых радиостанций в диапазонах с АМ и ЧМ
- прием сигналов RDS (Radio Data System)
- число предустановленных настроек на радиостанции – 24 (6 АМ, 18 ЧМ).

Кроме того, приемник позволяет осуществлять управление CD-чейнджером, воспроизводить аудио компакт-диски и диски в форматах MP3, AAC и WMA, поддерживает связь с мультимедийным проигрывателем Apple® iPod®, обеспечивает прием сигналов спутникового радиовещания (Satellite Radio), оснащен интерфейсом USB и имеет дополнительный выход на сабвуфер.

В приемнике предусмотрена возможность подключения беспроводной гарнитуры (hands-free) через интерфейс Bluetooth, что дает возможность водителям пользоваться мобильными телефонами во время движения.

На 12-сегментный точечный дисплей выводится информация о принимаемой станции, элементы для быстрой навигации по плей-листам iPod и быстрого поиска нужной композиции на CD, а также информация о подключенных устройствах (например, iPod).

ПРИЕМНИК JVC KDG340



Стоимость такого приемника примерно в 2 раза ниже, чем Alpine CDA-9884. Параметры приемника очень близки с параметрами Alpine CDA-9884. Два обнаруженных по описанию от-

личия заключаются в невозможности воспроизведения с CD-файлов в формате AAC и в наличии в приемнике JVC KDG340 трехполосного эквалайзера.

Аналогичные модели, предназначенные для установки в автомобилях, выпускают такие компании, как Sony, Panasonic, Pioneer и др. [3]. Кроме автомобильных приемников выпускаются и стационарные.

СТАЦИОНАРНЫЙ МУЗЫКАЛЬНЫЙ ЦЕНТР INSIGNIA NS-HD3113

Insignia® – музыкальный центр с приемником HD Radio, проигрывателем CD- и DVD-дисков. Стоимость NS-HD3113 около \$ 200.



Приемник позволяет принимать сигналы АМ, ЧМ и HD Radio, воспроизводить аудио- и видеофайлы с оптических носителей CD и DVD. Максимальное среднее квадратическое значение выходной мощности усилителей 2×15 Вт (пиковое значение – 2×40 Вт). Полностью совместим со всеми моделями iPod (iPod mini, iPod photo, iPod classic и iPod nano), позволяет загружать и проигрывать файлы iPod.

Цифровой приемник позволяет сохранить 30 предустановок на выбранные радиостанции. Встроенный сигнальный процессор позволяет сформировать пять предустановленных настроек тембра, соответствующих разным жанрам прослушиваемых программ.

Упрощенная структурная схема приемника HD Radio приведена на рис. 1. Сигналы с амплитудной и частотной модуляцией (АМ и ЧМ)

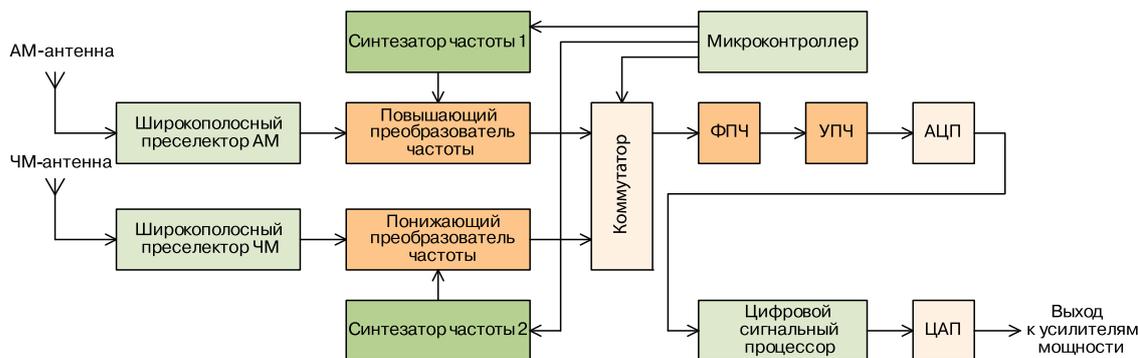


Рис. 1. Структурная схема приемника HD Radio

принимаются разными антеннами и через широкополосные преселекторы, выполненные как полосовые фильтры с полосой пропускания, равной диапазону принимаемых частот, подаются на входы преобразователей частоты.

Сигналы АМ подаются на повышающий преобразователь, а сигналы ЧМ – на понижающий. Это сделано для того, чтобы использовать один тракт промежуточной частоты (ПЧ), содержащий фильтр (ФПЧ) и усилитель (УПЧ). В качестве гетеродинов используются синтезаторы частоты 1 и 2, управляемые микроконтроллером. С помощью коммутатора осуществляется выбор диапазона принимаемых частот. Усиленный в УПЧ сигнал подвергается аналого-цифровому преобразованию в АЦП и поступает на вход цифрового сигнального процессора, в котором осуществляется вся последующая обработка: демодуляция аналоговых сигналов (АМ и ЧМ), декодирование сигналов HD Radio, декодирование текстовой информации, формирование сигналов амбиофонического звучания (от двух до шести каналов в зависимости от передаваемой информации). На выходе сигнального процессора формируется цифровой код, который с помощью многоканального ЦАП преобразуется в низкочастотные звуковые сигналы.

В качестве сигнального процессора можно использовать любой процессор с требуемой

производительностью, но такой путь приводит к повышенным затратам на разработку приемника. К тому же, необходимо приобретать лицензию у корпорации iBiquity Digital Corp.

Более перспективный путь – выпуск специализированных ИМС или их наборов. На сегодняшний день несколько производителей получили лицензии и выпускают ИМС для построения приемников HD Radio. Среди них – компания NXP Semiconductors, основанная концерном Philips [5], которая в декабре 2007 г. представила новые компоненты для построения приемников наземного цифрового радиовещания, обеспечивающих поддержку нескольких стандартов и предназначенных для приема передач аналогового и цифрового радиовещания в автомобилях в любом месте земного шара. Это цифровой сигнальный процессор для приема сигналов вещательных станций с амплитудной или частотной модуляцией Nexperia™ PNХ9525, позволяющий принимать сигналы как аналоговых станций, так и станций, ведущих вещание в форматах DRM и DAB. Для построения приемников HD Radio™ разработана и выпускается микросхема HD Radio-процессора SAF355х, которая реализует технологию программно-конфигурируемого радио SDR (Software Defined Radio).

Согласно прогнозам аналитиков компании iSuppli "спрос на комбинированные АМ/FM и цифровые (DAB и DRM) автомобильные радиоприемники увеличится с 101.4 млн устройств в 2007 до 141.9 млн в 2013 году. Поскольку в мире разработано несколько стандартов цифрового радиовещания, производители автомобилей должны делать выбор типа приемника в зависимости от региона, в который их машины будут поставляться. Мультистандартные радиоприемники позволяют решить эту проблему простым перепрограммированием.

Используя полнофункциональный приемник АМ- и ЧМ-диапазонов с низкой промежуточной частотой TEF7000 [6] и процессор SAF355х или SAF7741, можно построить такой мультистандартный приемник.

Функциональная схема приемника TEF7000 приведена на рис. 2, а процессора SAF7741 – на рис. 3.

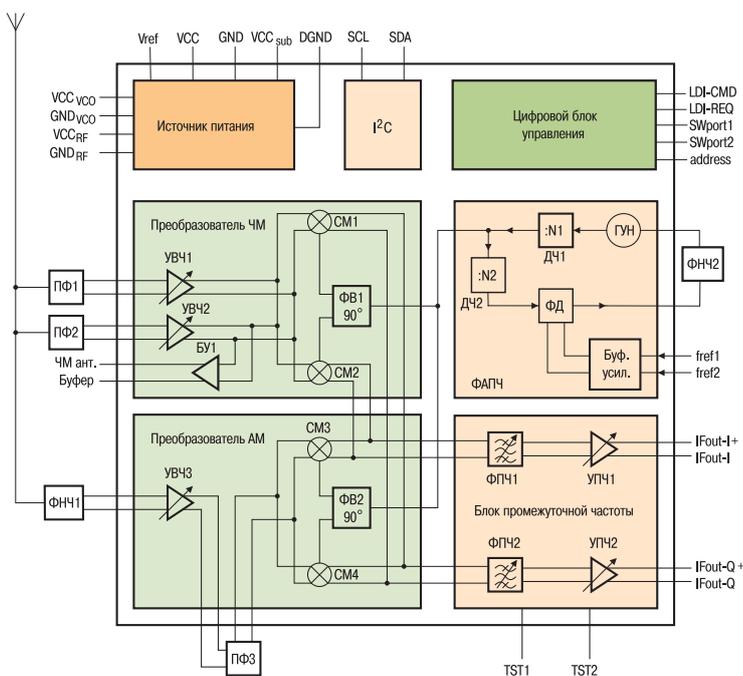


Рис. 2. Функциональная схема приемника АМ- и ЧМ-сигналов TEF7000

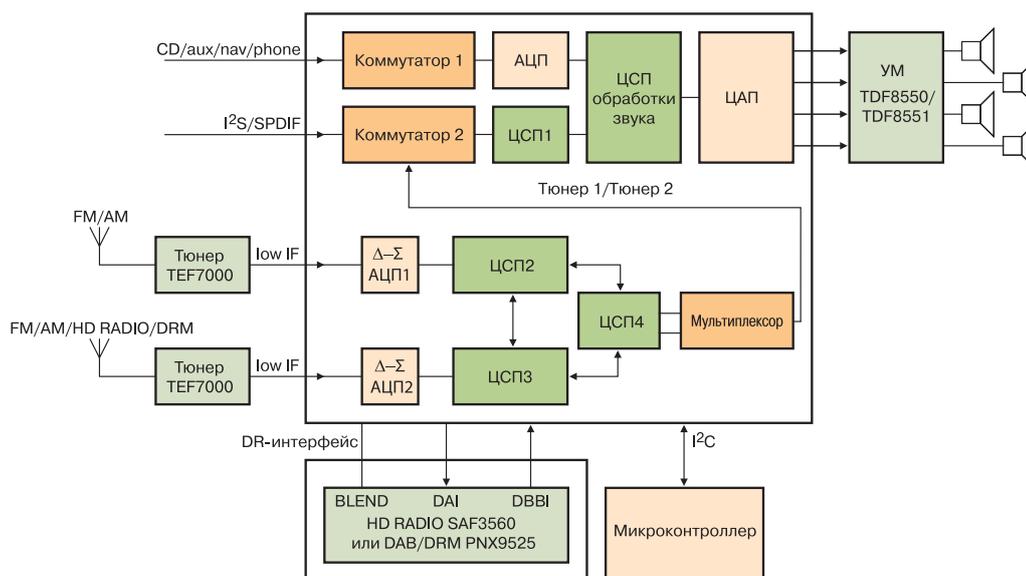


Рис. 3. Функциональная схема процессора обработки сигналов цифрового радиовещания SAF7741

ИМС TEF7000 содержит два квадратурных преобразователя частоты. Преобразователь сигналов с ЧМ-модуляцией содержит два усилителя высокой частоты (УВЧ1 и УВЧ2), два смесителя (СМ1 и СМ2) и фазовращатель сигнала на 90°, на вход которого подается сигнал с выхода синтезатора частоты, построенного на базе системы ФАПЧ. Сигнал опорной частоты подается на входы f_{ref1} и f_{ref2} и через буферный усилитель (Буф. усил.) – на первый вход фазового детектора ФД. На второй вход ФД подается сигнал с выхода ГУН через последовательно включенные делители частоты ДЧ1 и ДЧ2. С выхода ДЧ1 сигнал подается на входы фазовращателей ФВ1 и ФВ2 в преобразователях частоты. На выходах смесителей формируются составляющие I и Q, которые через фильтры промежуточной частоты (ФПЧ1 и ФПЧ2) и усилители промежуточной частоты (УПЧ1 и УПЧ2) подаются на входы приемника. В преобразователе АМ-тракта между выходом УВЧ3 и входами смесителей СМ3 и СМ4 дополнительно включен полосовой фильтр ПФ3 для улучшения селективности в диапазонах с АМ-модуляцией.

Основные характеристики TEF7000:

- возможность приема ЧМ-сигналов в стандартах Европы, США, Японии и Восточной Европы
- прием сигналов с амплитудной модуляцией в диапазонах длинных, средних и коротких волн

- прием сигналов HD Radio и DRM
- малая потребляемая мощность (400 мВт)
- один источник питания 5 В
- не требуется аппаратная регулировка тюнера
- предусмотрена возможность регулировки центральной частоты ПФ1 и ПФ2 в режиме приема ЧМ-сигналов.

На рис. 3 показано подключение приемников TEF7000 к процессору обработки сигналов цифрового радиовещания SAF7741. Схема построена таким образом, что один тюнер TEF7000 используется для приема сигналов аналогового вещания, а второй – для приема сигналов HD Radio и DRM. Сигналы промежуточной частоты аналогового вещания через первый АЦП поступают на вход второго цифрового сигнального процессора (ЦСП2), в котором осуществляется обработка принятых сигналов. Сигналы HD Radio и DRM через второй АЦП поступают на вход ЦСП3, где и осуществляется их декодирование. В ЦСП4 формируется звуковой сигнал, который через мультиплексор поступает на коммутатор 2 блока обработки НЧ-сигналов. На второй вход второго коммутатора подаются цифровые сигналы от внешних источников либо через электронно-оптический интерфейс (SPDIF), либо через интерфейс I²S. На вход первого коммутатора блока сигналы могут подаваться с выхода CD, мобильного телефона или другого источника

аналогового сигнала, который с помощью АЦП преобразуется в цифровой код и подается на вход процессора ЦСП обработки звука. Туда же поступают цифровые сигналы от тюнеров или внешнего источника данных после дополнительной обработки в ЦСП1.

В процессоре обработки звука формируются сигналы амбиофонического звучания, осуществляется регулировка громкости, тембра и баланса. С выхода ЦСП сигнал через многоканальный ЦАП (на рис. 3 – четырехканальный) подается на усилитель мощности и на громкоговорители.

Основные особенности SAF7741:

- наличие цифровых сигнальных процессоров для обработки сигналов радиовещания и звуковых сигналов
- наличие двунаправленного цифрового интерфейса для подключения приемников цифрового вещания DAB/DRM
- наличие сопроцессора для обработки сигналов HD Radio и DRM
- наличие сопроцессора для обработки сигналов других стандартов цифрового вещания, таких как DAB/DMB и SDARS
- наличие 5 встроенных АЦП для преобразования звуковых сигналов и 6 цифроаналоговых преобразователей для формирования выходных сигналов звука
- поддержка пяти I²S входов и четырех I²S выходов
- частота дискретизации при обработке звуковых сигналов 44.1, 48 и 96 кГц
- усовершенствованная система EMC/EMI (электромагнитной совместимости/снижения электромагнитного излучения)
- наличие сторожевого таймера и системы энергосбережения.

Кроме компании NXP многие ведущие производители электронных компонентов либо уже освоили выпуск ИМС высокой степени интеграции для построения приемников HD Radio, либо ведут их разработку.

Компания Atmel выпускает ИМС приемников ATR4262M1 и T4260 [7]. Приемник ATR4262M1 позволяет осуществлять прием сигналов AM/ЧМ, DRM и HD Radio. Диапазон частот принимаемых ЧМ-сигналов от 70 до 166 МГц, AM-сигналов – от 150 кГц до 30 МГц. ИМС T4260 обладает примерно такими же возможностями.

Компания Burr-Brown выпускает ИМС приемника AFEDRI8201, который позволяет принимать сигналы AM/ЧМ и HD Radio [8]. На выходе приемника формируется цифровой сигнал промежуточной частоты, который можно обрабатывать с помощью специализированного ЦСП Texas Instruments DRIx50.

Основные характеристики приемника:

- встроенный 12-разрядный АЦП с частотой дискретизации 80 МГц и системой снижения шума и повышения чувствительности (типичное значение отношения сигнал/шум 102 дБ в полосе пропускания 3 кГц)
- программируемая ширина полосы пропускания для оптимизации динамического диапазона приемника
- встроенный цифровой понижающий преобразователь частоты (Digital Down-converter – DDC)
- встроенные квадратурный смеситель, синтезатор частоты, дециматор и цифровой фильтр с конечной импульсной характеристикой (FIR Filters)
- управление настройками всех элементов через интерфейс SPI.

Компания Analog Devices также не осталась в стороне от внедрения компонентов для построения приемников стандарта HD Radio. Сигнальный процессор Blackfin™ BF532 интегрирован в систему на кристалле (SoC), выпускаемую компанией EtherWaves Ltd. Этот чип получил название "Соната" [9], он лицензирован для приема сигналов цифрового радиовещания (Digital Radio) и мобильного телевидения (Mobile TV Intellectual Property) и позволяет осуществлять прием сигналов в автомобилях. Стоимость чипа не превышает \$ 10.

Это только небольшая часть производителей ИМС для построения приемников HD Radio. Так как число радиостанций, ведущих цифровое радиовещание в этом стандарте, постоянно увеличивается, то и выпуск компонентов для таких радиоприемников будет расти и неизбежно появятся новые разработки, о чем свидетельствует динамика развития этого направления за последние четыре года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаренко В. Система цифрового радиовещания HD Radio, часть 1 // ЭКИС – Киев: VD MAIS, 2009, № 1.

2. http://www.3dnews.ru/news/optsiya_hd_radio_stala_dostupnoi_dlya_vseh_bmw.

3. http://www.bestbuy.com/site/olspage.jsp;jsessionid=2223UDF2LW2Q5KC4D3JVAGI?_dyncharset=ISO-8859-1&id=pcat17071&type=page&st=HD+Radio&sc=Global&cp=1&npr=15&sp=&qp=&list=n&iht=y&usc=All+Categories&ks=960.

4. <http://www.astera.ru/news/?id=53074>.

5. <http://www.nxp.com/search/?query=HD+Radio>.

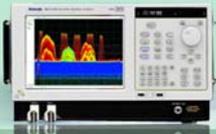
6. http://www.nxp.com/acrobat_download/literature/9397/75016224.pdf.

7. http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc4994s.pdf.

8. <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/>

afedri8201.pdf.

9. http://www.analog.com/en/embedded-processing-dsp/blackfin/products/Aug_20_2007_ADIs_Blackfin_Powers_Ether-Waves/press.html.

<p>VD MAIS</p> <p>Измерительные приборы</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Осциллографы • Генераторы • Логические анализаторы • Анализаторы спектра • Измерители параметров видеосигналов • Источники питания • Частотомеры • Мультиметры <p>Дистрибьютор</p> <p>ТЕКTRONIX, HAMEG, PROTEK</p> <hr/> <p>Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6 тел.: (044) 220-0101, 492-8852, 220-2022 факс: (044) 220-0202 e-mail: info@vdmajs.kiev.ua, www.vdmajs.kiev.ua</p>
---	--

Вниманию подписчиков ЭКиС!

Вышли из печати на бумажном носителе каталоги продукции, поставляемой VD MAIS:

ШКАФЫ И КОРПУСА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
 Каталог продукции, поставляемой фирмой VD MAIS, март 2008

ТЕРМОТРАНСФЕРНЫЕ ПРИНТЕРЫ
 Каталог продукции компании KROY, поставляемой фирмой VD MAIS, март 2008

СОЕДИНИТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
 Каталог продукции, поставляемой фирмой VD MAIS, март 2008

КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
 Каталог продукции, поставляемой фирмой VD MAIS, март 2008

Буклет Экспресс-клеммы WAGO для строительного электромонтажа

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
 Каталог продукции, поставляемой фирмой VD MAIS, март 2008

КОМПОНЕНТЫ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM
 Каталог продукции компании Telit, поставляемой фирмой VD MAIS, октябрь 2008








Подписчикам журнала ЭКиС предоставляется возможность получить новые каталоги, направив в редакцию ЭКиС заявку (указав название необходимого каталога и почтовый адрес) и копию квитанции о подписке на 2009 г. в случае, если подписка оформлена не через редакцию ЭКиС.