

УДК 681.84.087

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАДИОПРИЕМА АНАЛОГОВОГО И ЦИФРОВОГО СИГНАЛОВ HD-RADIO**

БАЛАН Н.М., ИСКЕНДЕРЗАДЕ Ш.Г.

Государственное предприятие – Украинский научно-исследовательский институт радио и телевидения

**QUALITY ASSESSMENT RADIO RECEPTION OF ANALOG AND DIGITAL HD-RADIO**

BALL N.M., ISKENDERZADE S.H.

State Enterprise - Ukrainian Scientific Research Institute of Radio and Television

Ранее авторами [1] были опубликованы исследования особенностей работы гибридной системы HD-radio при радиоприеме аналогового и цифрового сигналов, в которых представлены сигналограммы принятого сигнала в разных точках исследования на территории г. Киева и на участках автобана Одесса-Киев в движущемся автомобиле.

Последующим этапом исследования является определение субъективно-статистической оценки качества звуковоспроизведения при радиоприеме аналогового и цифрового сигналов гибридной системы HD-radio, которая работает в диапазоне ОВЧ на частоте 101,1 МГц с использованием передающего оборудования HD-Radio радиостанции „Мелодия” в г. Киеве.

На передающей стороне гибридный сигнал HD-radio формируется из аналогового ОВЧ ЧМ основного сигнала и базового ДБП сигнала с мощностью на 22 дБ ниже мощности основного ОВЧ ЧМ сигналу. Он генерируется с помощью специализированного FM ИВОС ДБП возбудителя.

Мощность аналогового ОВЧ ЧМ передатчика 2 кВт, средняя мощность излучения цифрового передатчика 20 Вт.

Передающая антенна установлена на высоте 150 м над уровнем земли, диаграмма направленности круговая, коэффициент усиления во всех направлениях 8 дБ. Высота основы антенной опоры над уровнем моря 140 м.

Место установки передающей антенны: г. Киев, ул. Олеговская, 34б; географические координаты: 50 град. 27 мин. 55 с северной широты, 30 град. 30 мин. 20 с восточной долготы.

Прием передач системы HD-radio осуществляется двумя радиоприемными устройствами (РПрУ), а именно – автомобильными приемниками JVC KD-HDR1. Выбор канала приема цифрового или аналогового сигнала осуществляется в радиоприемном устройстве.

Предварительно автомобильные приемники JVC KD-HDR1 поддавались тестированию в ходе которого определились их основные параметры и пригодность к использованию в испытаниях. При приеме аналогового сигнала полоса частот на линейных выходах каждого канала стереопары 40 – 15000 Гц, отклонение АЧХ каналов стереопары во всем диапазоне частот не превышает 0,5 дБ, переходные затухания между каналами стереопары не хуже 35 дБ, уровень шума не хуже минус 59 дБ.

Используется штыревая антенна длиной  $\lambda/4$ , а именно 75 см, с магнитным креплением к центру крыши автомобиля. Сигнал из антенны поступает на Splitter в котором разветвляется на антенные входы радиоприемников. Splitter имеет полосу частот 5 – 1000 МГц, потери сигнала на каждом выходе 3 дБ.

Передачи HD-radio радиостанции „Мелодия” в диапазоне ОВЧ на частоте 101,1 МГц принимаются РПрУ № 1, настроенным на прием аналогового канала, и РПрУ № 2, настроенным на прием основного цифрового канала, а именно канала с той же программой, которая идет в аналоговом канале.

Следует отметить, что именно с вещанием одной программы в аналоговом и цифровом каналах одновременно передаются еще две других программы в двух цифровых каналах.

Один ноутбук осуществляет высококачественную запись одновременно двух пар стерео сигналов из аналогового и цифрового каналов двух радиоприемников с параметрами: 44,1 кГц, 16 бит, 320 кбит/с. Второй ноутбук осуществляет дополнительную высококачественную запись пары стерео сигналов из цифрового канала радиоприемника с параметрами: 44,1 кГц, 16 бит, 1400 кбит/с. Во втором ноутбуке установлена профессиональная компьютерная программа записи, обработки и воспроизведения звука «Cool Edit Pro 2.0».

Использованная компьютерная техника обеспечивает оцифровку аналогового сигнала с заданными параметрами и его последующее сохранение в памяти компьютера.

В дальнейшем при обработке и подготовке фрагментов звукового материала для проведения субъективно-статистической оценки качества звуковоспроизведения гибридной системы HD-radio программа «Cool Edit Pro 2.0» позволила с минимальными искажениями воспроизвести записанный сигнал, представить на экране сигналограммы сигналов левого и правого каналов, позволила сделать спектральный анализ каждого из избранных участков принятого сигнала. С целью воссоздания с минимальными искажениями записанного сигнала в стационарном ПК установлена звуковая карта студийного качества «Creative SB X-Fi Xtreme Audio New».

Прием сигнала HD-radio осуществляется в автомобиле, который движется по улицам города и автодорогам со скоростью 60 км/час. Маршрут передвижения проходит под разными углами относительно направления на передающий центр.

Участки автодорог, на которых проводились испытания, имеют рельеф преимущественно ровный, за исключением нескольких снижений (балок) длиной до 200 м и глубиной до 20 м на автобане Киев-Одесса.

За время испытаний на передающей стороне в аналоговом и цифровом каналах гибридной системы HD-radio передаются фрагменты звукового материала разных жанров с паузами таким образом, что за время передачи одного фрагмента звукового материала в цифровых мешающих каналах, в канале приема осуществлялась передача фрагментов звукового материала разных жанров с паузами у которых особенно могут быть заметные помехи, если они появляются.

Для испытаний выбраны участки от уверенного и качественного приема к участкам, где должны быть наихудшие условия приема сигналов аналогового и цифрового каналов гибридной системы HD-radio.

По характерным условиям приема можно выделить следующие участки с проблемным принятием сигналов в диапазоне ОВЧ в условиях города и окраин:

- отдаленные участки города с многоэтажной застройкой и многолучевым приемом;
- отдаленные участки автодорог с низкой напряженностью поля;
- отдаленные участки кольцевой автодороги с интенсивным движением, со стохастическим экранированием и поступлением отраженных радиоволн.

Проведены теоретические исследования параметров и характеристик систем HD-radio определили основные требования, предъявляемые к техническим средствам цифрового вещания.

Учитывая, что определение параметров качества вещательного канала возможно

лишь путем определения зависимости между объективной мерой искажений и помех, которые возникают в канале и субъективном их восприятии, то такая зависимость может быть исследована методом субъективно-статистической экспертизы [2].

Для проведения субъективно-статистических экспертиз по оценке качества вещания в аналоговом и цифровом каналах HD-radio подобраны отдельные характерные фрагменты звукового материала на протяжении всего маршрута передвижения.

Отобраны фрагменты звукового материала, каждый длительностью 30 – 120 с, это – эстрадная музыка, мужское и женское пение, мужской и женский голос ведущих.

Требования к звуковому материалу – соответствие точке оценки качества, выразительность, одножанровость, возможность оценки качества звучания отдельных музыкальных инструментов.

Фрагменты звукового материала воспроизводятся в студии с цифрового носителя – персонального компьютера.

При проведении субъективно-статистических экспертиз по оценке качества звука используются: установленная в ПК звуковая карта студийного качества “Creative SB X-Fi Xtream Audio New”, усилитель звуковых частот, который обеспечивает усиление мощности с  $K_r = 0,2 \%$ , и акустические системы 25AC-309.

Субъективная оценка качества вещания в аналоговом и цифровом каналах HD-radio проводится в соответствии с рекомендацией МСЭ-R 562-3 "Субъективная оценка качества звука" [3], согласно с которой для субъективной оценки качества звука или ухудшения качества звука выбирается шкала оценки качества, осуществляется подбор группы для прослушивания и ее обучения [4], определяется процедура и длительность испытания, выбираются фрагменты программы и устройства воспроизведения, устанавливается уровень звуковоспроизведения, поддерживаются необходимые условия прослушивания, используется поверенная аппаратура.

Определение общего количества показаний экспертов и оценка статистической точности полученных данных проводится в соответствии с [4].

Эксперты пользуются пятибалльной шкалой, которая рекомендуется в соответствии с рекомендацией МСЭ-R 562-2 [3]. Критерием оценки является общее звуковое впечатление (общее качество звучания).

Подсчет оценок осуществляется по данным каждого эксперта. Потом все показания экспертов – оценки сводятся в общую таблицу.

Результирующей оценкой является среднее арифметическое значение от всех показаний экспертов.

В условиях уверенного приема субъективная оценка качества звуковоспроизведения сигнала аналогового канала отвечает оценке 4,6 балла и почти равна качеству вещания в первом цифровом канале, где в это время она отвечает оценке 4,7 балла.

В самих плохих точках приема субъективная оценка качества звуковоспроизведения сигнала аналогового канала отвечает оценке 3,6 балла и ниже качества вещания в первом цифровом канале, где в это время она отвечает оценке 4,6 балла.

Субъективное качество вещания во втором цифровом канале HD-radio отвечает оценке 4,7 балла и идентичная качеству вещания в первом (основном) цифровом канале.

Субъективное качество вещания в третьем цифровом канале HD-radio отвечает оценке 4,3 балла и ниже качества вещания в первом (основном) цифровом канале. Снижение субъективного качества вещания в третьем цифровом канале объясняется тем, что в связи с ограниченностью, в настоящее время, полосы частот для опытного

вещания HD-radio до 330 кГц, скорость передачи цифрового потока третьего цифрового канала ниже, чем скорость передачи цифровых потоков первого (основного) и второго цифровых каналов.

В ходе проведения сравнительного субъективно-статистического оценивания качества вещания цифрового канала HD-radio записей звуковых фрагментов со сжатием и скоростью цифрового потока 320 кбит/с и записей без сжатия со скоростью цифрового потока 1400 кбит/с выяснилось, что субъективное качество воспроизводимых звуковых фрагментов записей без сжатия со скоростью цифрового потока 1400 кбит/с на 0,3 – 0,5 баллов выше чем записей звуковых фрагментов с сжатием и скоростью цифрового потока 320 кбит/с. Названное обстоятельство может дополнительно учитываться при анализе и оцениваемые результатов субъективной оценки качества вещания в аналоговом и цифровом каналах HD-radio.

### ВЫВОДЫ

*1. В условиях уверенного приема субъективная оценка качества вещания в аналоговом и цифровом каналах HD-radio отвечает оценкам 4,6 – 4,7 баллам, но качество вещания в цифровом канале лучшее.*

*2. На отдаленных участках автодорог с низкой напряженностью поля прием цифрового канала HD-radio прекращается раньше чем прием аналогового канала HD-radio, но при работе приемника в гибридном режиме осуществляется автоматическое переключение цифрового канала на прием аналогового канала, обычно с качеством аналогового канала.*

*3. На отдаленных участках автодорог с низкой напряженностью поля качество приема цифрового канала HD-radio (до порога прекращения приема) выше качества приема аналогового канала, в котором становятся заметные появляющиеся шумы.*

*4. Преимущество приема цифрового канала HD-radio особенно заметное в проблемных местах приема аналогового сигнала – в отдаленных участках города с многоэтажной застройкой и многолучевым приемом, когда в аналоговом канале особенно заметные помехи типа „центральной отсечки”.*

*5. Преимущества приема цифрового канала HD-radio значительно заметны на отдаленных участках кольцевой автодороги с интенсивным движением со стохастическим экранированием и поступлением отраженных радиоволн, когда в аналоговом канале уверенно заметные помехи типа „центральной отсечки”.*

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балан Н.М., Искендерзаде Ш.Г. Исследование особенностей работы гибридной системы HD-radio при радиоприеме аналогового и цифрового сигналов // Цифрові технології – 2008 – № 3. – С. 61 – 68.
2. Горон И.Е., Постникова О.А. Исследование заметности искажений в радиовещательных каналах. // Исследование заметности искажений в радиовещательных каналах. Инф. сборник под ред. И.Е. Горона. – М.: Связьиздат. – 1959. – С. 6 – 15.
3. Субъективная оценка качества звука // Рекомендации МСЭ-R. Радиовещательная служба, том 1997 г., серия BS. Рек. 562-3. С. 219 – 224.
4. Хвильвицкая М.С. Методика оценки качества звучания радиовещательной аппаратуры. // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРПА. – 1972. – Вып. 1. – С. 108 – 116.