

# Отвечает ли отечественная система РАВИС потребностям локального радиовещания

## Часть 1

**В** журнале “Broadcasting. Телевидение и радиовещание” № 7/2010 была опубликована статья “Формат DRM+ отвечает потребностям локального радиовещания”, авторы которой предприняли попытку аргументировать выбор формата DRM+, разработанного консорциумом DRM, в качестве системы наземного радиовещания, параметры которой в отличие от стандартизированной отечественной системы РАВИС не вполне соответствуют частотным распределениям РФ в ОВЧ-диапазоне. Результаты опытной эксплуатации системы РАВИС в Москве и в Сочи одобрены ГКРЧ. В настоящее время проводятся опытно-конструкторские работы по созданию систем и сетей мобильного мультимедийного радиовещания. Настоящая статья посвящена изложению основных принципов построения системы РАВИС, приведенных также в отчетах международных организаций ITU и CEPT

**Виктор Дворкович**

Замдиректора ФГУП “ГРЧЦ”,  
д.т.н., профессор

**Александр Дворкович**

Начальник управления ФГУП “ГРЧЦ”,  
д.т.н., профессор

В основу реализации отечественной системы цифрового наземного мультимедийного и звукового вещания РАВИС (Аудиовизуальная информационная система реального времени; международное название – RAVIS, Real-time AudioVisual Information System) были положены следующие важные технические требования:

- создание цифровой аудиовизуальной системы вещания в I–II полосах ОВЧ-диапазона частот, в частности для обеспечения радиовещания на мобильные устройства на территории России в диапазонах частот 65,8–74,0 и 87,5–108,0 МГц при сохранении частотных распределений;

ный союз электросвязи (ITU) и Европейский институт по стандартизации связи (ETSI);

- более высокая спектральная эффективность по сравнению с аналоговым ЧМ-вещанием;
- повышенная надежность сервиса по сравнению с аналоговым вещанием, особенно в условиях мобильного приема;
- повышение качества звукового вещания по сравнению с аналоговым ЧМ-вещанием;
- протокол транспорта данных, допускающий введение новых мультимедийных сервисов, в том числе видео;
- использование современных передовых методов компрессии видео и звука для обеспечения высокого качества воспроизведения при приеме информации в движущемся транспорте;
- возможность выпуска массовых недорогих приемников;
- возможность организации одночастотных сетей вещания;
- удовлетворение постоянно возрастающего спроса на частотные присвоения для систем связи без пересмотра частотных распределений;
- возможность эффективного использования разнесенного приема и/или разнесенной передачи.

Базовой основой системы РАВИС служит патент РФ № 2219676 с приоритетом от 08.11.2000 [1]. Результаты первых испытаний системы были опубликованы в 2005 году [2] (следует отметить, что до 2009 года система называлась АВИС).

Преимущества системы РАВИС заключаются в следующем:

- существенное, более чем в 10 раз, повышение эффективности использования ОВЧ-диапазона, поскольку в одном стандартном радиоканале ЧМ-вещания можно передать более десяти стереофонических звуковых программ CD-качества или несколько многока-

- использование при разработке общедоступных стандартов под эгидой таких организаций, как Международ-



**Рисунок 1** Структурная схема передающей части РАВИС

Параметр	Значение		
Модуляция	OFDM		
Скорость канального кодирования (КОС)	1/2, 2/3, 3/4		
Модуляция несущих (КОС)	QPSK, 16-QAM, 64-QAM		
Полоса радиоканала, кГц	100	200	250
Скорость данных (только КОС), кбит/с	80-350	160-710	200-900
Число несущих	215	439	553
Число информационных несущих	196	400	504
Расстояние между крайними несущими, кГц	95,1	194,7	245,3
Интервал между несущими, Гц	444,44 (4000/9)		
Длительность полезной части символа, мкс	2250		
Длительность защитного интервала, мкс	281,25 (1/8)		
Длительность символа OFDM, мкс	2531,25		
Длительность кадра OFDM, с	103,8 (41 символ)		

**Таблица 1** Основные параметры системы РАВИС

нальных (например, 5.1) звуковых программ;

- трансляция видеопрограмм для мобильного потребителя, возможность реализации телевизионного вещания в малонаселенных пунктах при резком удешевлении системы вещания;

- обеспечение устойчивого мобильного приема сигнала в условиях многолучевого распространения в среде с городской застройкой, в горной и лесистой местности, в водных акваториях;

- возможность локализовать вещание, то есть на одной и той же частоте в разных городах передавать различные программы;

- создание одночастотных сетей вещания вдоль шоссе и железно-дорожных путей сообщения (например, на магистрали Москва - Санкт-Петербург);

- радиус покрытия в десятки раз больше, а затраты на создание инфраструктуры мобильного телевидения в десятки раз ниже (к примеру, покрытие мобильным телевидением всей территории Москвы может быть обеспечено одним - максимум тремя передатчиками, работающими в одночастотном режиме);

- реализация эфирных систем оповещения населения и организаций в условиях чрезвычайных ситуаций;

- организация систем связи для использования различными спецслужбами и в армии;

- интегрирование России в общемировую систему телекоммуникаций на базе нового российского стандарта;

- организация отечественного производства аппаратуры и сетей мобильного вещания РАВИС, создание рабочих мест;

- внедрение системы РАВИС не только в России, но также в странах СНГ и других странах.

Следует подчеркнуть, что РАВИС - полностью отечественная разработка, использующая передовые достижения в области компрессии звуковых и видеоданных, канального кодирования и модуляции. Она была создана на осно-

мы обработки и кодирования видео-и аудиоинформации. Для видеоконпрессии используется оригинальная реализация кодера H.264/AVC [3], основанная на российских патентах и "ноу-хау". В системе реализован высокоэффективный кодер звука HE-AAC [4], использующий технологии SBR, PS, а также кодирование многоканального звука MPEG Surround [5].

- В систему введены новые алгоритмы канального кодирования с применением двоичного блочного кода коррекции ошибок Боуза - Чоудхури - Хоквингема (БЧХ) и кодов с малой плотностью проверок на четность (LDPC), частотного и временного перемежения вместо традиционного каскадирования кодов Рида - Соломона и сверточных кодов, что обеспечило повышение помехоустойчивости на 2-3 дБ.

- Реализована система подавления пиков OFDM-сигнала, что позволило почти в два раза увеличить мощность излучаемого сигнала при сохранении потребляемой мощности радиопередатчика.

- Разработан радиотракт приемного устройства, обеспечивающий точность настройки принимаемого сигнала до 1 Гц и повышение исходного отношения сигнал/шум до 40 дБ.

**РАВИС - полностью отечественная разработка, использующая передовые достижения в области компрессии звуковых и видеоданных, канального кодирования и модуляции**

- простые процедуры получения радиочастотных разрешений благодаря использованию стандартной полосы радиоканала в ОВЧ-диапазоне, возможность использования существующей на всей территории России радиопередающей инфраструктуры в ОВЧ-диапазоне;

- существенное (в десятки раз) снижение энергопотребления радиопередающих средств в пересчете на одну программу вещания;

ве обширных теоретических исследований и экспериментальных работ. В частности:

- Было разработано математическое обеспечение системы РАВИС и созданы оригинальные эффективные алгорит-



## Компания Бродкаст Арсенал

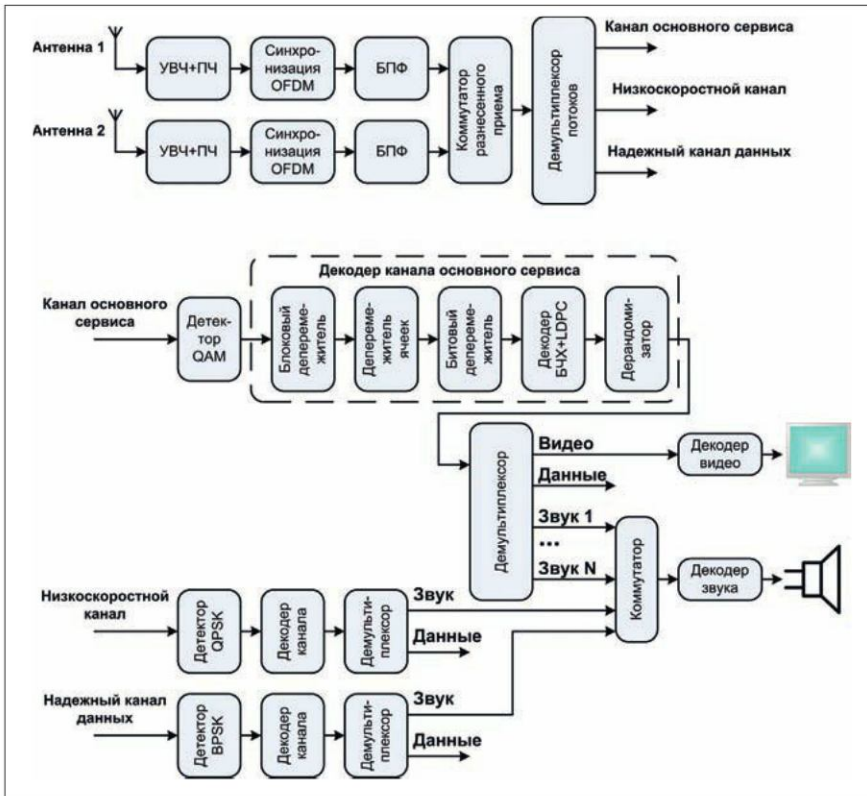
### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

- Радивещательные передатчики с воздушным и жидкостным охлаждением
- Телевизионные передатчики для аналогового и цифрового вещания
- Устройства сложения
- Антенные системы
- Кабельная продукция

г. Москва, ул. Отрадная 2-Б, стр.2., тел. (495) 768-49-47  
тел./факс (495) 956-24-84




www.b-arsenal.ru
e-mail: sales@b-arsenal.ru



**Рисунок 2** Схема приемника РАВИС

● Разработаны методы и аппаратура метрологического обеспечения системы РАВИС.

Удобство использования системы РАВИС для различных пользователей можно классифицировать следующим образом:

1. Для слушателей:
  - высококачественное звуковое вещание (стереофоническое и многоканальное);
  - новые мультимедийные сервисы – видео, текст, дополнительные данные, электронная программа передач и т.д.;
  - простая настройка на станции по названию, жанру и пр.
2. Для производителей:
  - массовая замена аналоговых приемников;
  - модернизация передающих средств при сохранении инфраструктуры;
  - общий рост рыночного потенциала передающих и приемных средств.
3. Для вещателей:
  - адаптация к потребностям как малых, так и больших вещателей;
  - снижение потребляемой мощности, расширение зоны покрытия;
  - увеличение количества и качества программ, спектра передаваемых сервисов.
4. Для регуляторных органов:
  - повышение эффективности использования спектра;
  - возможность сохранения частотных распределений;
  - координация в рамках международно признанной системы.

Система РАВИС предоставляет как традиционные сервисы радиовещания с повышенным уровнем качества, так и новые цифровые сервисы:

- высококачественный стереофонический и многоканальный звук;
- видео со стереозвуковым сопровождением на нескольких языках;
- текстовые сообщения, как связанные, так и не связанные со звуковыми или видеопрограммами;
- электронная программа передач;
- статические изображения;
- слайд-шоу;
- дорожная информация;
- передача данных (широковещательная, групповая, индивидуальная);
- передача данных с повышенной надежностью;
- организация систем оповещения;

**РАВИС является очень гибкой системой, которую можно подстроить под различные потребности**

● служба service following, совместимая с другими системами вещания (аналоговыми и цифровыми).

РАВИС является очень гибкой системой, которую можно подстроить под различные потребности. Она предоставляет:

- широкий выбор сервисов: звук от монофонического до многоканального, видео различного разрешения, текстовая информация, статические изображения и т.д.;
- динамическую реконфигурацию сервисов;
- различные виды модуляции и скорости канального кодирования в канале основного сервиса, возможность использования дополнительных высоконадежных каналов данных;
- возможность выбора между скоростью передачи данных и мощностью передатчика (или зоной покрытия);
- возможность адаптации к потребностям вещателя – вещание нескольких программ в одном канале (мультиплексе) или одной программы в одном канале (без мультиплекса, например в узкополосном канале 100 кГц).

По результатам исследований были разработаны семь вкладов России в Международный союз электросвязи [6–12].

Система РАВИС признана на международном уровне, ее описание внесено в отчет ITU-R WT.2049-3 и в отчеты 117 и 141 Комитета по электронным средствам связи (ЕСС) Европейской конференции административных почт и электросвязи (СЕРТ) [13–15].

В октябре 2010 года на собрании рабочей группы (РГ) 6А, а затем на 6-й исследовательской комиссии (ИК) ITU-R был принят проект новой рекомендации ITU-R BS.[MULT-FM] “Требования к расширенному мультимедийным сервисам для наземного цифрового радиовещания в полосах I и II ОВЧ-диапазона” [16], созданный на базе вклада РФ [11]. На собрании РГ 6В был представлен вклад РФ “Предложения по проекту пересмотра отчета МСЭ-Р WT.2049-3 – Вещание приложений мультимедиа и данных для мобильного приема” с последней информацией о системе РАВИС [12]. Проект пересмотра отчета одобрен на 6-й ИК [17]. Подчеркнуто, что система РАВИС готова к стандартизации как единая международная система или, если это требуется, к взаимному сопряжению

Параметр	КОС	НСК	НКД
Модуляция сигнала	OFDM		
Скорость канального кодирования	1/2, 2/3, 3/4	1/2	
Модуляция несущих	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	QPSK	BPSK
Скорость данных, кбит/с	52–900	12	5
Число информационных несущих	138–504	32	26

**Таблица 2** Параметры логических каналов системы РАВИС

параметров с другими претендующими на это системами.

С августа 2009 по апрель 2010 года в соответствии с решением ГКРЧ № 09-04-03 [18] были проведены дополнительные доработки и полевые испытания модели системы РАВИС в г. Москве с использованием радиопередатчика ООО «ОКТОД» и в г. Сочи на Краснодарском радиопередающем телевизионном центре.

На базе проведенных исследований и экспериментальных работ был разработан национальный стандарт ГОСТ Р 54309-2011 [19], предусматривающий три варианта использования системы, обеспечивая возможность передачи цифрового информационного потока в каналах с полосой пропускания 250, 200 и 100 кГц. Стандарт утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Минпромторга РФ № 22-ст от 24 фе-

представлены основные параметры системы.

На рис. 2 приведена блок-схема приемника при использовании разнесенного приема.

Система РАВИС обеспечивает передачу трех независимых логических каналов данных: канала основного сервиса (КОС), низкоскоростного канала (НСК) и надежного канала данных (НКД). Параметры логических каналов приведены в табл. 2. Каналы НСК и НКД могут быть независимо включены или выключены. Если эти каналы выключены, то их несущие используются для канала КОС.

При выбранных параметрах передачи системы РАВИС в пределах доступной пропускной способности возможны различные конфигурации передаваемых сервисов (видео, звук, дополнительные данные). В табл. 3

**С августа 2009 по апрель 2010 года в соответствии с решением ГКРЧ № 09-04-03 были проведены дополнительные доработки и полевые испытания модели системы РАВИС**

вля 2011 года с датой введения в действие 1 сентября 2011 года. В начале 2011 года будет осуществлена подача соответствующих документов в Европейский институт по стандартизации связи ETSI для его признания в качестве международного стандарта.

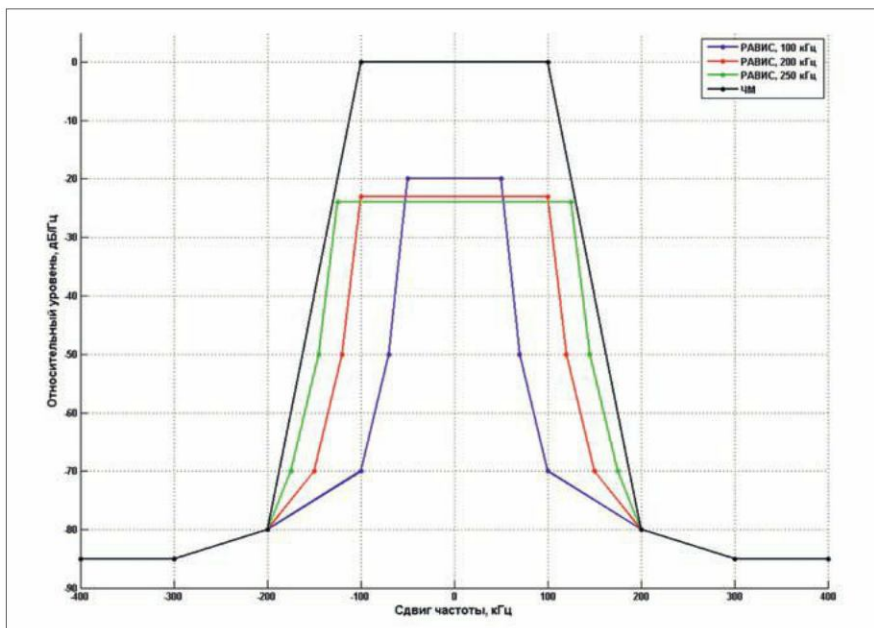
**Технические подробности системы РАВИС**

На рис. 1 приведена блок-схема передающей части системы, а в табл. 1

представлены скорости передачи цифровых потоков КОС при различных параметрах канального кодирования, модуляции и ширины полосы радиоканала.

Ниже приведены примеры конфигурации сервисов при различных параметрах передачи РАВИС.

1. Полоса радиоканала 250 кГц, модуляция 64-QAM, скорость канального кодирования 3/4 – высокая скорость передачи данных (900 кбит/с):



**Рисунок 3** Маски спектров сигнала РАВИС, вписанные в маску спектра ЧМ

Studio Monitors



Focal CMS 65



CMS 65 – старшая модель контрольных мониторов Focal Professional названная большинством международных проаудио журналов лучшим студийным монитором в своем классе. Превосходное воспроизведение низких частот и солидный запас мощности встроенных усилителей позволяет в ряде случаев использовать CMS 65 в качестве контрольных мониторов среднего звукового поля.

- Вогнутый купол ВЧ-драйвера
- Диффузор из Al/Mg сплава
- Линейная АЧХ вплоть до 28кГц
- Технология PolyglassCon
- Эффективный НЧ-драйвер 6,5"
- Воспроизведение от 45Гц
- Мощность усилителей 160Ватт
- Регуляторы частотной коррекции
- Балансный и небалансный входы
- Регуляторы на лицевой панели

AUDIO SOLUTIONS  
 эксклюзивный дистрибутор Focal Professional на территории России  
 Тел/факс: (495) 730-53-68  
 www.focalprofessional.ru  
 www.audiosolutions.ru



Тип созвездия	Скорость кода	Скорость потока данных, кбит/с		
		Канал 100 кГц	Канал 200 кГц	Канал 250 кГц
QPSK	1/2	80	160	200
	2/3	100	210	270
	3/4	120	240	300
16-QAM	1/2	150	320	400
	2/3	210	420	530
	3/4	230	470	600
64-QAM	1/2	230	470	600
	2/3	310	630	800
	3/4	350	710	900

**Таблица 3** Скорости цифрового потока данных КОС

– видеопрограмма с двумя каналами стереофонического сопровождения (русск., англ.) – 700 кбит/с;

– музыкальная программа (звук 5.1) – 84 кбит/с;

– три стереофонические звуковые программы –  $32 \times 3 = 96$  кбит/с;

– канал данных – 20 кбит/с.  
2. Полоса радиоканала 200 кГц, модуляция 16-QAM, скорость канального кодирования 2/3 – средняя скорость передачи данных, большая зона покрытия (410 кбит/с):

– видеопрограмма со стереофоническим сопровождением – 360 кбит/с;

– стереофоническая звуковая программа – 32 кбит/с;

– канал данных – 18 кбит/с.

система // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. – 2005. – № 5. – С. 52–56.

3. ITU-T Recommendation H.264. Advanced Video Coding for Generic Audio-visual Services (ISO/IEC 14496-10. Information Technology – Coding of Audio-Visual Objects – Part 10: Advanced Video Coding). – ITU-T, 03/2009. – 666 p.

4. ISO/IEC 14496-3 – Information Technology – Coding of Audio-Visual Objects – Part 3: Audio. – ISO, 2009. – 1416 p.

5. ISO/IEC 23003-1 – Information Technology – MPEG Audio Technologies – Part 1: MPEG Surround. – ISO, 2007. – 56 p.

## Система РАВИС обеспечивает передачу трех независимых логических каналов данных: канала основного сервиса (КОС), низкоскоростного канала (НСК) и надежного канала данных (НКД).

3. Полоса радиоканала 100 кГц, модуляция QPSK, скорость канального кодирования 1/2 – низкая скорость передачи данных, очень большая зона покрытия (80 кбит/с):

– две стереофонические звуковые программы –  $32 \times 2 = 64$  кбит/с;

– канал данных – 16 кбит/с.  
В подтверждение того факта, что систему РАВИС можно использовать при вещании без изменения частотных распределений, на рис. 3 приведены спектральные маски передачи РАВИС, а также спектральная маска передачи аналогового ЧМ-вещания в соответствии с европейским стандартом ETSI 302 018-2 [20].

### Литература

1. Дворкович А.В., Дворкович В.П., Зубарев Ю.Б., Соколов А.Ю., Чернов Ю.А. Способ трансляции информационного телевидения // Патент РФ № 2219676, 08.11.2000.

2. Дворкович В.П., Дворкович А.В., Иртюга В.А., Тензина В.В. Новая аудиовизуальная информационная

6. ITU-R Document 6E/336-E, 6M/133-E. Russian Federation. Increase of the Band 8 (VHF) utilization efficiency. 3 March 2006. – 9 p.

7. ITU-R Document 6M/150-E. Russian Federation. Technical Report. Digital Mobile Narrowband Multimedia Broadcasting System AVIS. 14 August 2006. – 12 p.

8. ITU-R Document 6A/86-E, 6B/47-E. Russian Federation. Proposal of preliminary draft new Recommendation ITU-R BS.[XXXX] on service requirements for digital terrestrial sound and multimedia broadcasting in VHF band. Service requirements for digital terrestrial sound and multimedia broadcasting for mobile reception in VHF bands I and II. 8 October 2008. – 4 p.

9. ITU-R Document 6A/193-E. Russian Federation. Proposal on draft revision of Recommendation ITU-R BS.774-2. Service requirements for digital terrestrial sound and multimedia broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the VHF/UHF bands. 21 April 2009. – 5 p.

10. ITU-R Document 6A/226-E. Russian Federation. Proposal for a preliminary draft new Recommendation ITU-R BS.[MULT-FM]. Enhanced multimedia services for digital terrestrial broadcasting in VHF Bands I and II. 22 October 2009. – 3 p.

11. ITU-R Document 6A/345-E. Russian Federation. Proposal toward a draft new Recommendation ITU-R BS.[MULT-FM]. Enhanced multimedia services for digital terrestrial broadcasting in VHF Bands I and II. 14 April 2010. – 3 p.

12. ITU-R Document 6B/230-E. Russian Federation. Proposal toward a draft revision of Report ITU-R BT.2049-3. Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception. 14 October 2010. – 21 p.

13. ITU-R Report BT.2049-3. Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception. – ITU-T, 05/2009. – 78 p.

14. ECC Report 117. Managing the transition to digital sound broadcasting in the frequency bands below 80 MHz. – ECC, 2010. – 50 p.

15. ECC Report 141. Future possibilities for the digitalization of Band II (87.5–108 MHz). – ECC, 2010. – 28 p.

16. ITU-R Document 6/282-E. Working Party 6A. Draft new Recommendation ITU-R BS.[MULT-FM]. Requirements for enhanced multimedia services for digital terrestrial broadcasting in VHF Bands I and II. 26 October 2010. – 2 p.

17. ITU-R Document 6/311-E. Working Party 6B. Draft revision of Report ITU-R BT.2049-3. Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception. 27 October 2010. – 50 p.

18. Государственная комиссия по радиочастотам. Решение № 09-04-03 от 19.08.2009. Об организации опытных зон системы мобильного мультимедийного вещания в диапазоне 65,8–66,2 МГц. – 2 с.

19. ГОСТ Р 54309-2011. Аудиовизуальная информационная система реального времени (РАВИС). Процессы формирования кадровой структуры, канального кодирования и модуляции для системы цифрового наземного узкополосного радиовещания в ОБЧ-диапазоне. Технические условия.

20. ETSI EN 302 018-2 V.1.2.1 (2006-03) Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Transmitting equipment for the Frequency Modulated (FM) sound broadcasting service; Part 2: Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE Directive. – ETSI, 2006. – 28 p.

Ваше мнение и вопросы по статье направляйте на [bc@groteck.ru](mailto:bc@groteck.ru)

# BROADCASTING

ОБОРУДОВАНИЕ

# НОВЫЕ СИСТЕМЫ

И ТЕХНОЛОГИИ

## Студийный звуковой монитор SM9



**Производитель:** Focal Professional

**Назначение:**

- продакшн
- постпродакшн

**Особенности:**

- активный студийный монитор Тор-класса

- двухполосная или трехполосная акустика
- ультралинейное звуковоспроизведение
- уникальная технология TBU-твиттера из чистого бериллия
- низкочастотный пассивный звуковой радиатор 11"
- W-Con технология многослойного диффузора

**Возможности:**

- встроенный сабвуфер с возможностью отключения
- универсальный режим использования среднего/ближнего звукового поля
- частотный диапазон от 40 Гц до 20 кГц ( $\pm 1$  дБ)
- возможность работы в стерео- или многоканальной конфигурации
- суммарная мощность встроенных усилителей 600 Вт
- динамики диаметром HF 1", MF 6,5", LF 8", LF Radiator 11"

**Ориентировочная цена:** 2300 евро

**В России:** с июля 2011 г.

**Фирма, предоставившая информацию:**

**AUDIO SOLUTIONS**

**См. стр. 23, 27, 33, 37**

## Цифровой звуковой микшерный пульт VISTA 9



**Производитель:** STUDER

**Назначение:**

- OnAir-вещание
- Live-шоу
- продакшн
- постпродакшн

**Особенности:**

- интуитивный интерфейс управления Vistonics™
- дисплеи, чувствительные к касанию (Touch Screen)
- моторизованные фейдеры и джойстик Surround-панорамирования
- разноцветная подсветка фейдеров FaderGlow™
- мгновенное сохранение и вызов пресетов
- внешнее GPI/GPO-управление

**Возможности:**

- поставляется в различных конфигурациях от 32 до 72 физических фейдеров с возможностью управления до 1728 аудиовходов и выходов одновременно
  - система комплектуется любыми аудиоинтерфейсами: Mic, Line, AES/EBU, ADAT, TDIF, MADI, SDI, Dolby E и др.
  - поддерживает форматы от моно до 7.1
  - каждый звуковой канал имеет динамическую обработку, развитую систему управления и аудиомониторинга, включая продвинутый Meter Bridge 190 мм
  - все компоненты системы имеют программно-аппаратное резервирование для обеспечения надежной работы в эфире
- Ориентировочная цена:** зависит от конфигурации
- В России:** с 2011 г.

**Фирма, предоставившая информацию:**

**AUDIO SOLUTIONS**

**См. стр. 23, 27, 33, 37**

## Цифровой звуковой микшерный пульт 52/SX



**Производитель:** DHD

**Назначение:**

- OnAir-вещание
- Live-шоу
- продакшн
- постпродакшн
- ПТС

**Особенности:**

- интуитивный интерфейс управления
- гигабитная звуковая сеть с другими продуктами 52-й серии

- USB-аудиоинтерфейс для подключения к компьютеру
- встроенная коммутируемая матрица
- дисплеи, чувствительный к касанию
- гибкое программное обеспечение
- внешнее GPI/GPO-управление

**Возможности:**

- отдельно стоящая, расширяемая система 1RU
- не нуждается в компьютере, без вентиляторов и HDD
- поставляется в различных конфигурациях – от 4 до 16 физических фейдеров
- возможность работы с 512 аудиовходами и выходами
- система укомплектована всеми необходимыми входами и выходами: Mic, Line, AES/EBU, SPDIF, опционально доступны MADI и Wordclock/Video sync
- каждый звуковой канал имеет динамическую обработку
- резервирование БП для обеспечения надежной работы в эфире

**Ориентировочная цена:** зависит от конфигурации

**В России:** с сентября 2010 г.

**Фирма, предоставившая информацию:**

**AUDIO SOLUTIONS**

**См. стр. 23, 27, 33, 37**