

Перспективные технологии цифрового звукового радиовещания

Рахимов Шухрат
инженер отдела ТВ и РВ ГУП ЦЭМС

Цифровые системы РВ...



ISDB-T



и другие...

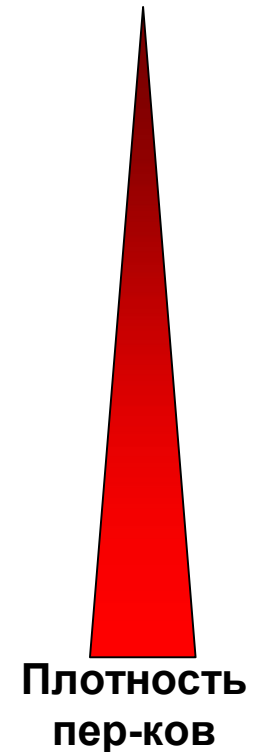
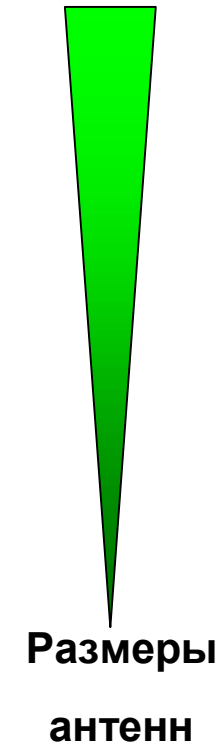
Характер систем

- Наземный: от малого до большого масштаба покрытия, прием внутри помещения
 - Радио: DAB, DRM, IBOC/HD radio (США)
 - ТВ: DVB-T, DVB-H, T-DMB, MediaFlo, ISDB-T
- Спутниковый: большой масштаб покрытия
 - Радио: Worldspace, XM/Sirius (США), ESA
 - ТВ: DVB-S, DVB-TH (гибрид наземно-спутниковый)



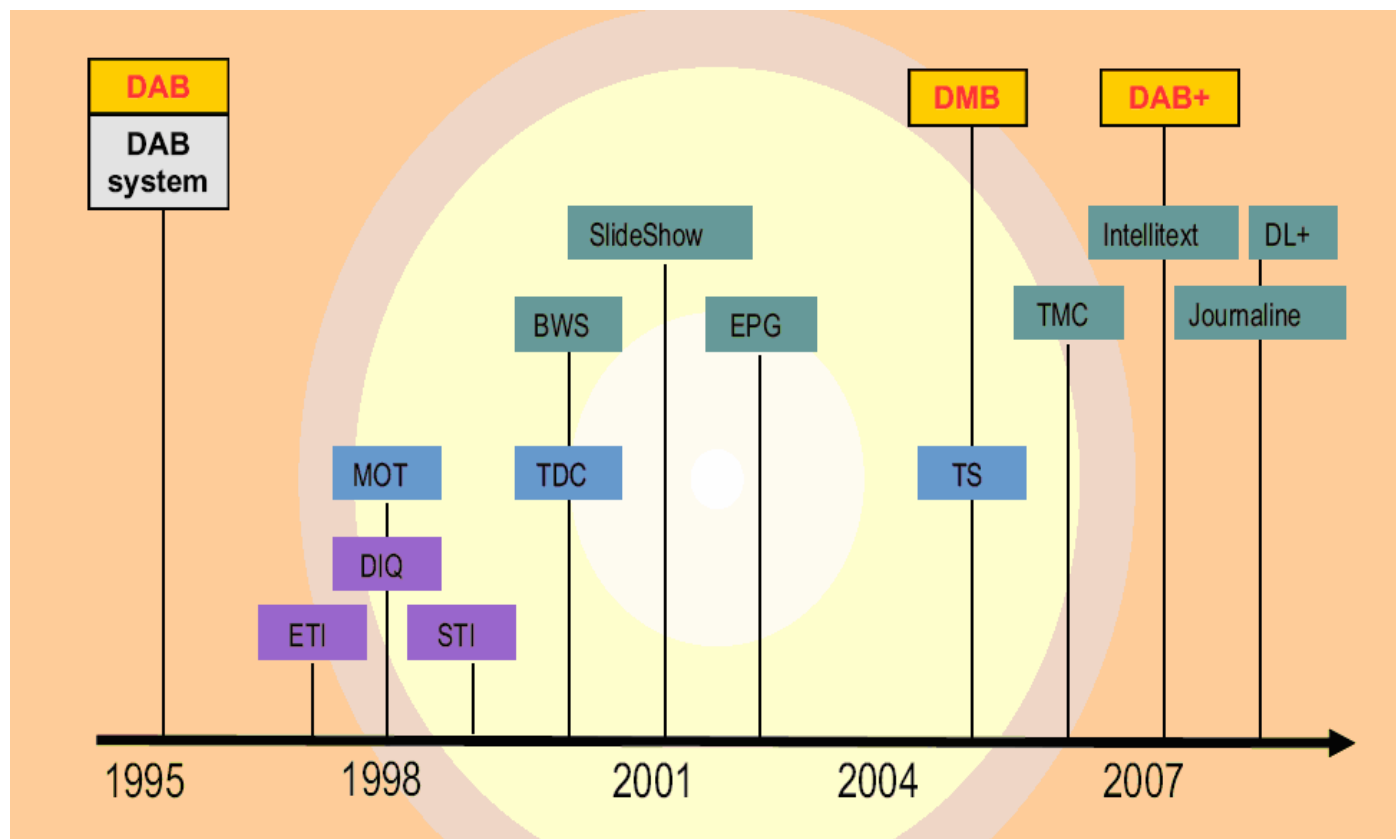
Диапазон частот

- Длинные, средние и короткие волны (<30МГц): DRM30 (Digital Radio Mondiale)
- Диапазон I (47-68 МГц): DRM+
- Диапазон II (87.5-108 МГц): FM, DRM+, HD Radio
- Диапазон III (174-230 МГц): DAB, DVB-T, DMB
- Диапазон IV и V (470-862 МГц): DVB-T/DVB-H
- Диапазон L (1452-1490 МГц): DAB, DMB, Спутниковое радио



Все страны Европы в диапазоне III внедряют DAB

Семейство Eureka-147/DAB



Эврика-147 является полностью проработанной системой ЦРВ, обеспечивающей передачу звука и информации в рамках наземной сети, для обеспечения приёма на подвижные и стационарные приёмники. Она развивается на основе рекомендаций ITU-R (Rec.BS.1114). Система начала функционировать в Европе в 1995 г. и в настоящее время ею охвачено 25 стран в разных частях мира.

Частотные блоки T-DAB

T-DAB block number	Centre frequency (MHz)	Block bandwidth (MHz)	Lower guard band (kHz)	Upper guard band (kHz)	Frequency range (MHz)
2A	47.936	47.168 - 48.704	168	176	47.0 - 54.0
2B	49.648	48.880 - 50.416	176	176	
2C	51.360	50.592 - 52.128	176	176	
2D	53.072	52.304 - 53.840	176	320	
3A	54.928	54.160 - 55.696	320	176	54.0 - 61.0
3B	56.640	55.872 - 57.408	176	176	
3C	58.352	57.584 - 59.120	176	176	
3D	60.064	59.296 - 60.832	176	336	
4A	61.936	61.168 - 62.704	336	176	61.0 - 68.0
4B	63.648	62.880 - 64.416	176	176	
4C	65.360	64.592 - 66.128	176	176	
4D	67.072	66.304 - 67.840	176	160	
5A	174.928	174.160 - 175.696	160	176	174.0 - 181.0
5B	176.640	175.872 - 177.408	176	176	
5C	178.352	177.584 - 179.120	176	176	
5D	180.064	179.296 - 180.832	176	336	
6A	181.936	181.168 - 182.704	336	176	181.0 - 188.0
6B	183.648	182.880 - 184.416	176	176	
6C	185.360	184.592 - 186.128	176	176	
6D	187.072	186.304 - 187.840	176	320	
7A	188.928	188.160 - 189.696	320	176	188.0 - 195.0
7B	190.640	189.872 - 191.408	176	176	
7C	192.352	191.584 - 193.120	176	176	
7D	194.064	193.296 - 194.832	176	336	
8A	195.936	195.168 - 196.704	336	176	195.0 - 202.0
8B	197.648	196.880 - 198.416	176	176	
8C	199.360	198.592 - 200.128	176	176	
8D	201.072	200.304 - 201.840	176	320	
9A	202.928	202.160 - 203.696	320	176	202.0 - 209.0
9B	204.640	203.872 - 205.408	176	176	
9C	206.352	205.584 - 207.120	176	176	
9D	208.064	207.296 - 208.832	176	336	
10A	209.936	209.168 - 210.704	336	176	209.0 - 216.0
10B	211.648	210.880 - 212.416	176	176	
10C	213.360	212.592 - 214.128	176	176	
10D	215.072	214.304 - 215.840	176	320	
11A	216.928	216.160 - 217.696	320	176	216.0 - 223.0
11B	218.640	217.872 - 219.408	176	176	
11C	220.352	219.584 - 221.120	176	176	
11D	222.064	221.296 - 222.832	176	336	
12A	223.936	223.168 - 224.704	336	176	223.0 - 230.0
12B	225.648	224.880 - 226.416	176	176	
12C	227.360	226.592 - 228.128	176	176	
12D	229.072	228.304 - 229.840	176	176	
13A	230.784	230.016 - 231.552	176	176	230.0 - 240.0
13B	232.496	231.728 - 233.264	176	176	
13C	234.208	233.440 - 234.976	176	32	
13D	235.776	235.008 - 236.544	32	176	
13E	237.488	236.720 - 238.256	176	176	
13F	239.200	238.432 - 239.968	176	32	

DAB

Несколько различных программ объединяются в единый блок (1,536 МГц), называемый ансамблем (ENSEMBLE, или MULTIPLEX) и передаются одним передатчиком. Каждый мультиплекс может состоять из 6 основных программ, а также дополнительных данных, связанных с программами.

- Наземная цифровая радиовещательная система имеет следующие возможности:
 - Надёжен для мобильного приема (до 300 км/ч)
 - Возможность построения SFN
- Звук с MPEG Layer II
 - 192-256 кбит/сек для хорошего качества стерео , 128 кбит/сек для нормального качества
- Услуги данных
 - PAD: Program associated data (программа связанные данные) (текст, рисунки, web, радиогид)
 - Сообщения, информация о потоке
- >350 моделей приемников начиная от 25 \$

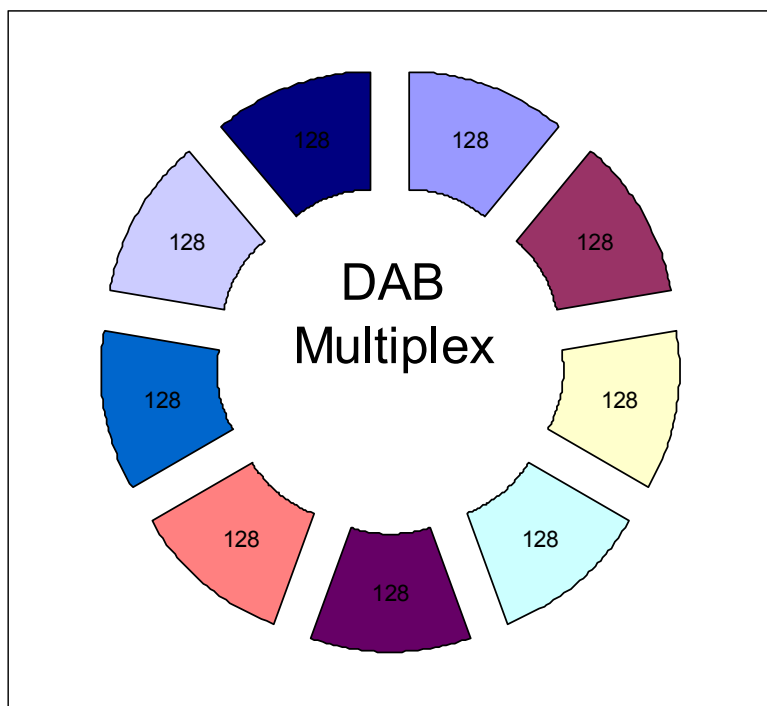


DAB+

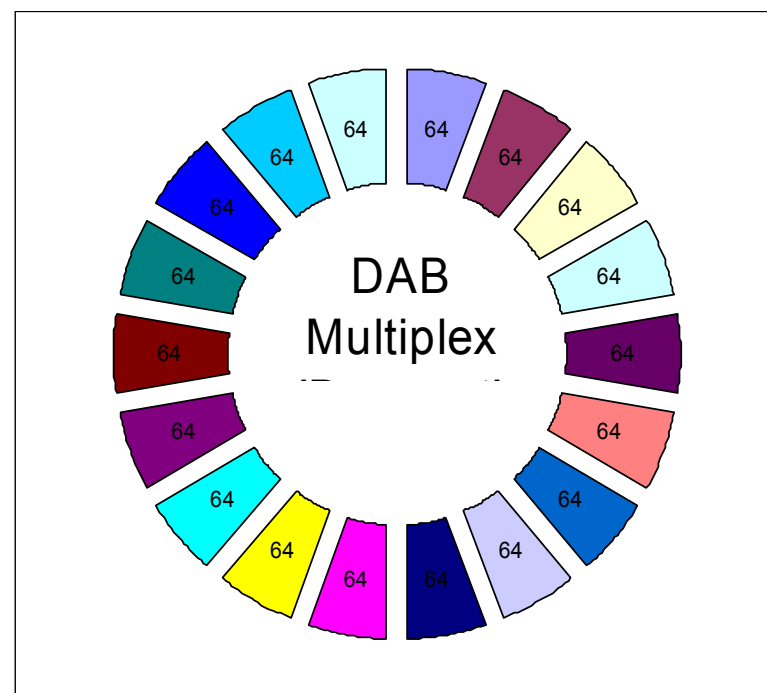
- Система для передачи MPEG-4 AAC звука через DAB
 - Хорошее качество звука на низких скоростях => больше аудио программ или других услуг
 - 64 кб/сек для хорошего качества стерео , 48 кб/сек для нормального качества
 - Если в стандарте DAB для сжатия данных используется алгоритм MUSICAM, DAB+ использует метод HE AAC v2. Преимущество HE AAC v2 выражается в том, что для удержания качества звучания на относительно высоком уровне требуется более низкий битрейт. Поэтому при использовании DAB+ можно уместить в одном мультиплексе примерно вдвое больше радиопрограмм по сравнению с предшествующим стандартом, т.е. от 12 до 18 каналов. Прием DAB+ осуществляется без помех – это означает, что при прослушивании не слышны посторонние шумы.
- Услуги данных
 - DAB приемники не совместимы, но DAB+ приемники будут принимать все DAB сигналы
 - Первые DAB+ приемники появились в 2007, и сегодняшний день имеются доступные чипсеты
 - В Австралии началось внедрение DAB+



DAB/DAB+ емкости



- **DAB стерео звук на 128 кбит/сек**
До 9 услуг на мультиплекс



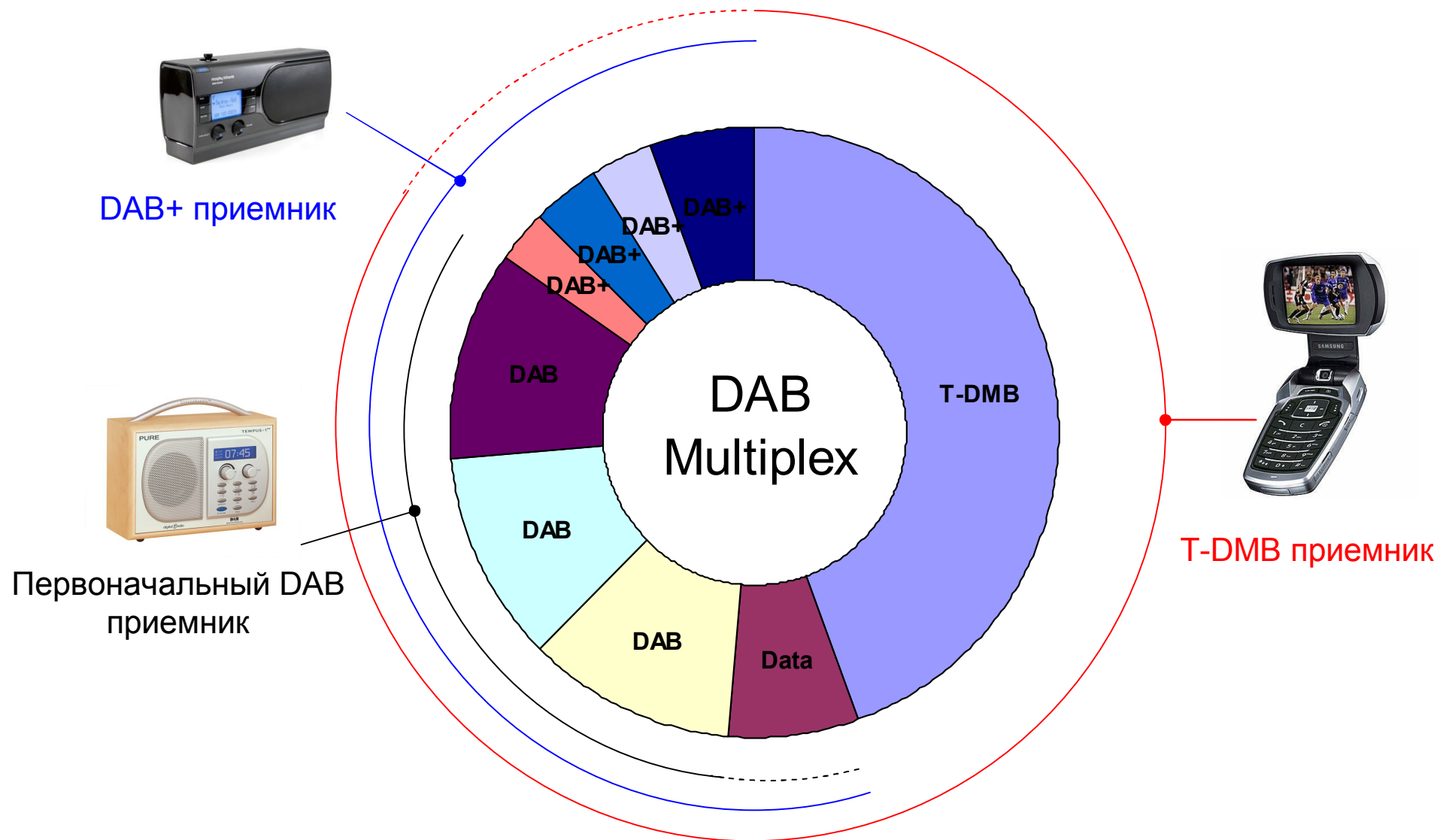
- **DAB+ стерео звук на 64 кбит/сек**
До 18 услуг на мультиплекс

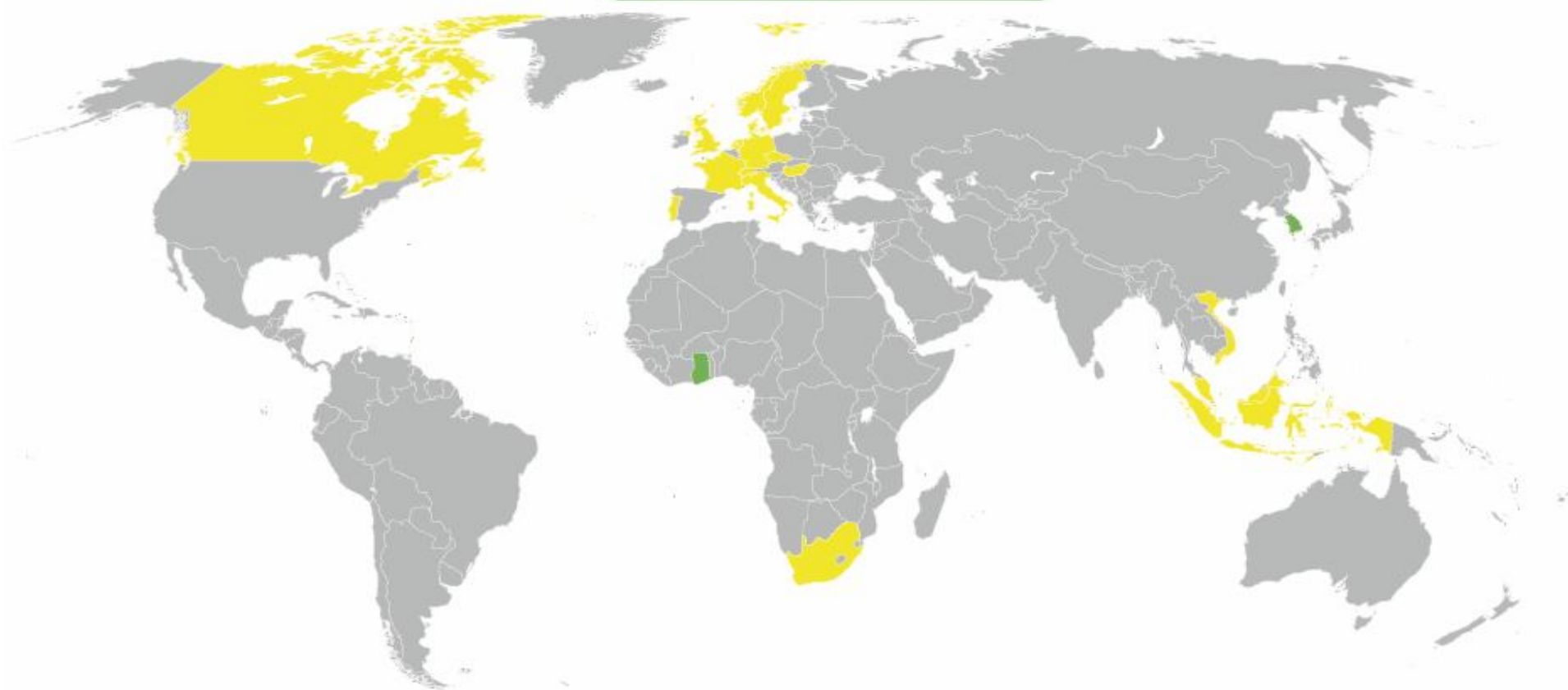
T-DMB: Наземное цифровое мультимедийное радиовещание

- Мобильное телевидение через DAB
 - Возможность MPEG-4 видео и аудио. T-DMB использует Part 10 (H.264) MPEG-4 для видео и Part 3 MPEG-4 BSAC или ON-AAC V2 для аудио.
 - Передача 4 каналов со скоростью до 256 кб/сек
 - T-DMB предназначен для работы в транспортных средствах, движущихся со скоростями до 120 км/ч.
 - около 150 моделей приемников:
в автомобильных GPS, мобильных телефонах, портативных устройствах
- Может быть использован для передачи радио и других услуг, при этом
 - Увеличение потерь => меньше программ (~ обычный DAB)
 - Обязательные видео компоненты для приемников
 - Длительное время переключения
- T-DMB приемники принимают сигналы DAB
- В настоящее время DMB внедряется во многих странах, хотя главным образом используется в Южной Корее



Пример формирования DAB мультимплекса

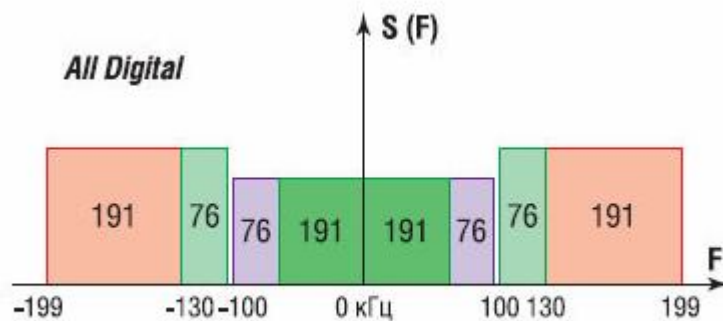
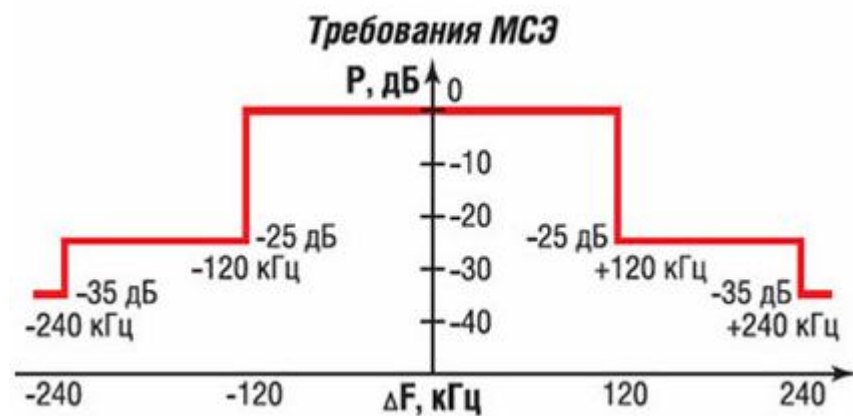




 DMB Launched  DMB Trial

HD Radio

- HD Radio IBOC (*кодирование в диапазоне с использованием нескольких несущих*) является методом передачи цифровых радиовещательных сигналов на том же самом частотном канале одновременно с традиционным радиовещательным сигналом.
- Система специально была разработана для плавного перехода от аналога, через гибридную трансляцию (аналог и цифра) к полностью цифровому вещанию (2015 год).
- Аналоговый и HD Radio сигналы являются в данном использовании отдельными сигналами, причем с разными уровнями мощности.
- Для инфраструктур существующих радиостанций это идеальное решение для перехода на цифровые технологии – используется тот же спектр, остаются те же самые мачты и антенны, сохраняется мощность, при этом территория покрытия увеличивается.
- более 20 азиатских производителей создают новые модели HD Digital Radio приёмников
- В настоящее время доступны чипсеты от \$12

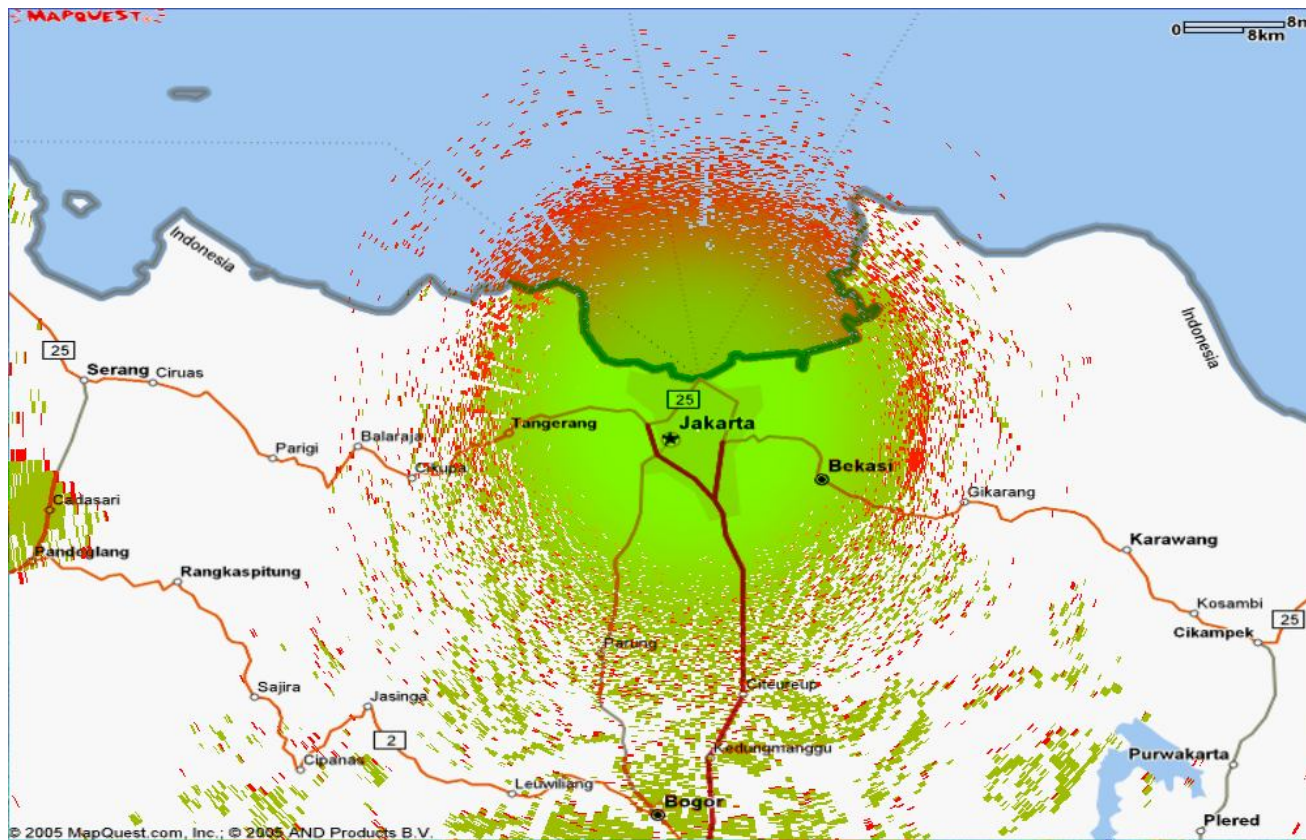


(191) (76) — количество поднесущих

Соотношения радиопокрытий FM и HD

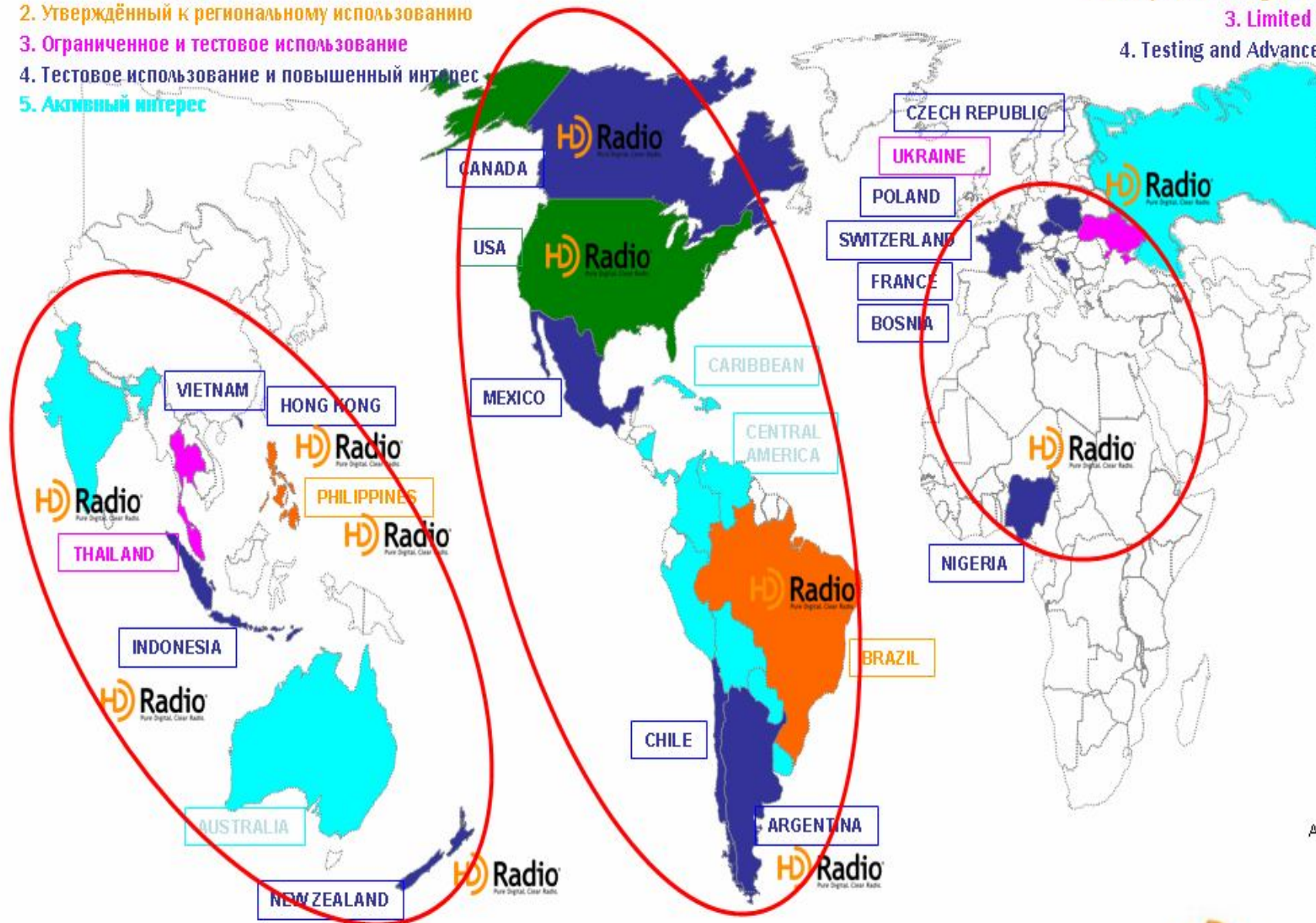
- Красным цветом показан 54 dBuV/m контур радиопокрытия 10 кВт FM передатчика, использующего 6 элементную вертикально-поляризованную антенну с подвесом 90м

Зелёным цветом показан контур цифрового HD радиопокрытия через ту же самую антенну мощностью всего в 100 Вт.



1. Утверждённый к использованию в национальном масштабе
2. Утверждённый к региональному использованию
3. Ограниченное и тестовое использование
4. Тестовое использование и повышенный интерес
5. Активный интерес

1. Adoption and Nationwide Operation
2. Adoption and Regional Operation
3. Limited Operation
4. Testing and Advanced Interest
5. Active Interest



As of 12/07

По меньшей мере, каждый день в эфире появляется 1 новая HD станция!
At least one station goes on the air every day!

RAVIS (real-time audiovisual information system)

- I и II полосы частот ОБЧ диапазона, мобильный прием информации
- Радиоканал с полосой частот – 200 или 250 кГц
- Пропускная способность – 150 - 560 кбит/с
- Работа в условиях многолучёвости и отсутствии прямой видимости антенны передатчика
- Устойчивый приём в движущемся транспорте в городских условиях с плотной застройкой, в лесистой и горной местности
- Многоканальное стереофоническое вещание или видеоинформационное вещание
- Использование масштабируемого кодирования и иерархической модуляции, методов разнесенного приема или передачи
- Обеспечение различных сервисов данных (оповещение в ЧС, информация в публичном транспорте, информационные службы)
- Обеспечение поддержки одночастотных сетей
- Реализация производства дешевых приемников

В 2009 году в Москве на частоте 66,86 МГц проводились испытания системы AVIS, которые продемонстрировали:

- устойчивую работу передающей части во всех режимах непрерывно в течение одного месяца;
- устойчивый стационарный прием на расстоянии 12,5 км при мощности передатчика 500 Вт в режиме QPSK (250 кбит/с);
- устойчивый стационарный прием на расстоянии 12,5 км при мощности передатчика 1,2 кВт в режиме 16-QAM (500 кбит/с);
- обеспечение мобильного приема только в ближней зоне передатчика.

Таким образом, при неплохих начальных параметрах, показанных системой AVIS на первом этапе испытаний, очевидна необходимость продолжения работы по дальнейшему исследованию ее в разных режимах.

Некоторые результаты исследований

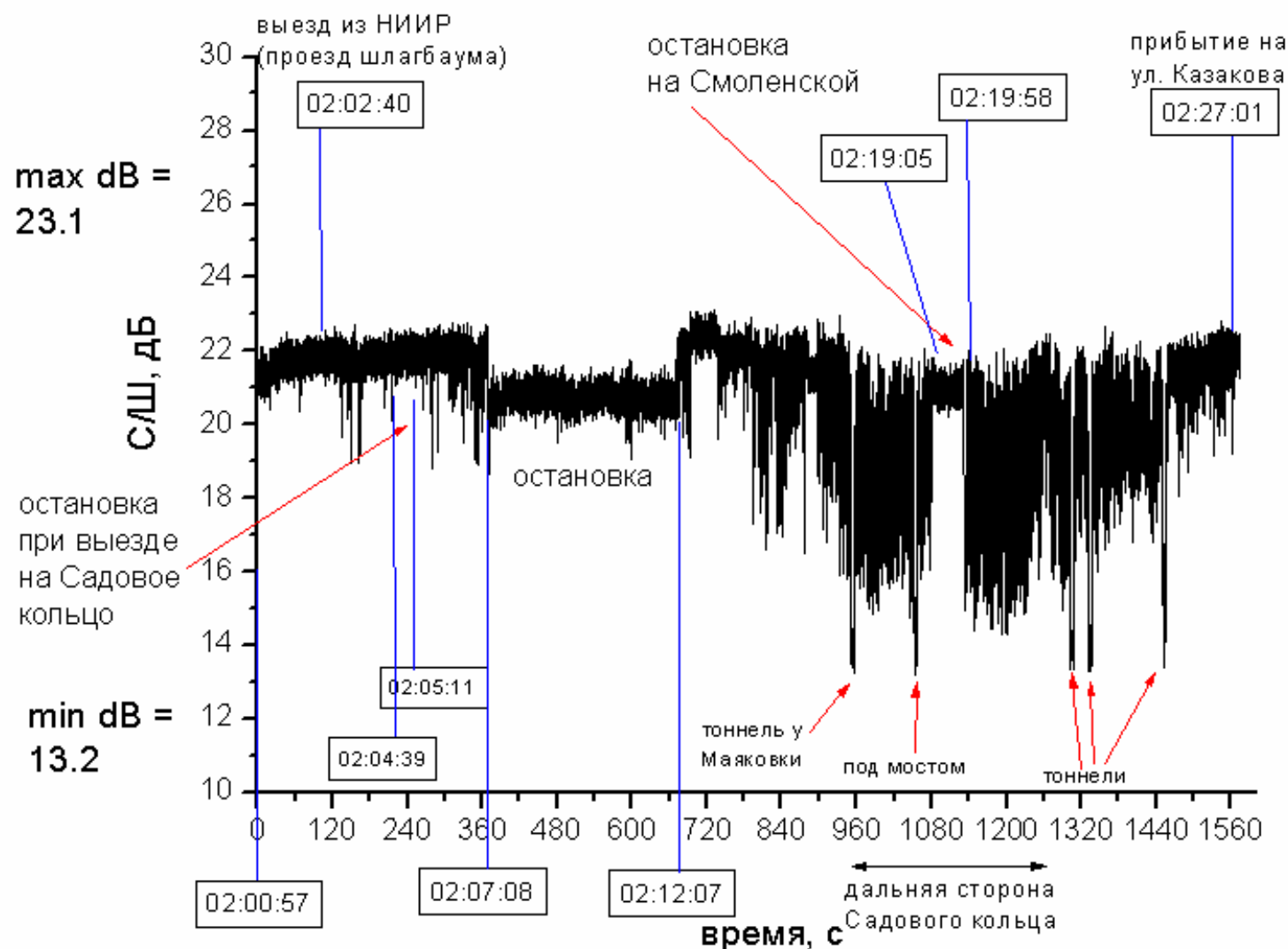
Режим работы: модуляция **16-QAM**
 скорость свёрточного кодирования **3/4**
 защитный интервал **1/8**

Скорость полезного цифрового потока: **560 кбит/с**

*Вероятность ошибки на выходе
декодера Рид-Соломона:* **$\sim 5 \cdot 10^{-10}$** (“раз в час”)

Модель канала	Сигнал/шум, дБ
Гаусс	13,5
Гаусс + Райс	14
Гаусс + Релей	17

Отношение сигнал/шум при проезде по Садовому кольцу

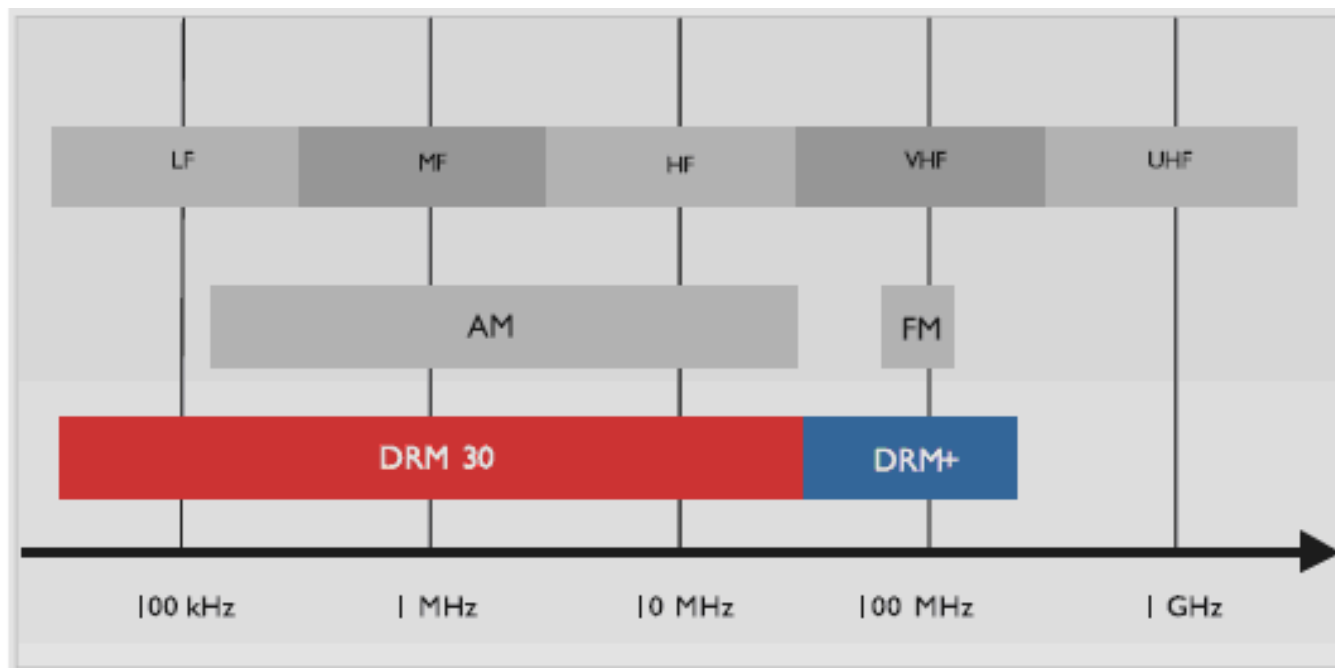


Предпочтительные аудио/видео форматы при ширине канала 250 кГц

Тип QAM- созвездия	Скорость сверточного кода	Защитный интервал					
		1/4			1/8		
		поток, кбит/с	формат видео, кадр/с	стерео- звук, кбит/с	поток, кбит/с	формат видео, кадров/с	стерео- звук, кбит/с
QPSK	1/2	170	-	5*32	190	-	6*32
			QCIF, 12.5	24		QCIF, 12.5	24
QPSK	2/3	220	-	6*32	250	-	7*32
			QVGA, 12.5	32		QVGA, 12.5	32
QPSK	3/4	250	-	7*32	280	-	8*32
			QVGA, 12.5	32		QVGA, 12.5	32
16-QAM	1/2	330	-	10*32	370	-	11*32
			CIF, 12.5	32		CIF, 12.5	32
16-QAM	2/3	450	-	14*32	490	-	15*32
			CIF, 25	32		CIF, 25	32
16-QAM	3/4	500	-	15*32	560	-	17*32
			CIF, 25	32		CIF, 25	32

DRM: Digital Radio Mondiale

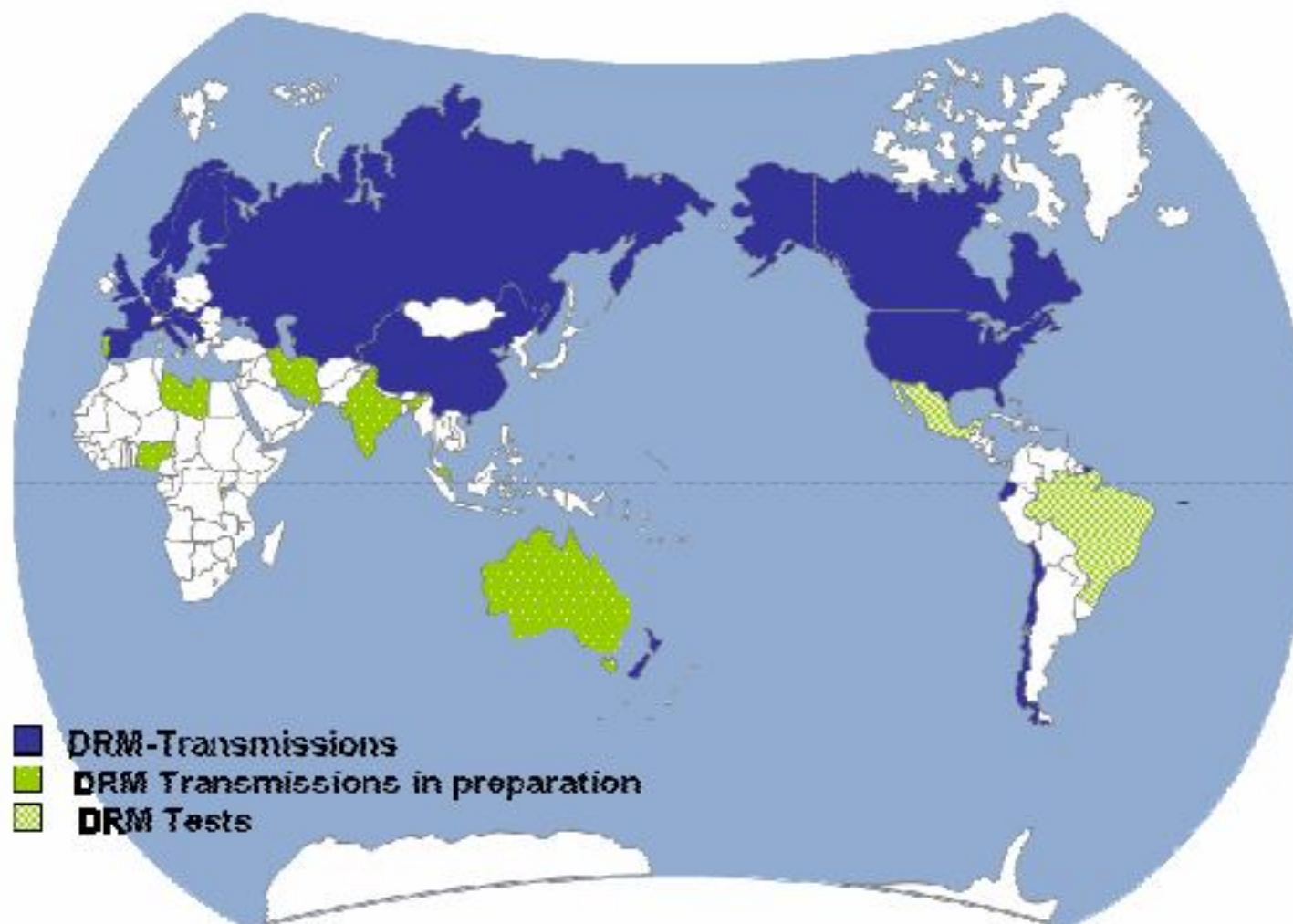
- Digital Radio Mondiale (DRM) – это универсальная, открытая, стандартизированная система цифрового радиовещания для всей радиовещательной полосы частот до 174 МГц, включая полосы длинных волн (ДВ), средних волн (СВ), коротких волн (КВ), I и II диапазоны (FM полоса).
- стандарт DRM30 - для применения в коротких и средних диапазонах волн (до 30МГц), а также DRM+ для частот от 30 до 174 МГц, которая находится на стадии рассмотрения.



- Помимо возможности совместимости с существующими спектральными требованиями, ещё одним преимуществом DRM является открытость системы. Все производители имеют свободный доступ к базе технических стандартов, и могут спроектировать и производить оборудования на беспристрастной основе.
- DRM использует уникальные свойства распространения АМ полос. Использование DRM30 позволяет вещателю обеспечить слушателя значительной степени улучшенным качеством звука и надежностью услуги. В результате, международные вещатели могут вещать на КВ и СВ, качество звука которых сопоставимы с местным FM вещанием.
- Используемые стандарты MPEG-4 HE-AAC (используется в большинстве случаев) – для передачи голоса и музыки, MPEG-4 CELP и HVXC, когда требуется малая скорость передачи (передача голоса)
- Ширина полосы:
 - 9 или 10 кГц = стандартный АМ радиовещательный канал
 - 4.5 или 5 кГц = половина канала для совмещения АМ и DRM
 - 18 и 20 кГц = 2 соседних канала для лучшего качества или мультиплексирование каналов
- В сентябре 2001 г. стандарт системы DRM утвержден EBU в качестве общеевропейской (телекоммуникационный стандарт ETSI TS 101 980 V1.1.1) и рекомендована МСЭ для внедрения во всем мире.



Использование DRM в Мире



Передатчики фирмы THOMSON





DIGITAL radio mondiale



Broadcast Schedule

Select and view the broadcast schedule in your area

Click on the map to view the corresponding schedule for each area...

[Click here to Reset/Show All entries](#)



Broadcast Schedule

> Broadcast Schedule

Sign up for our
Monthly Newsletter



[Read listener's testimonials](#)

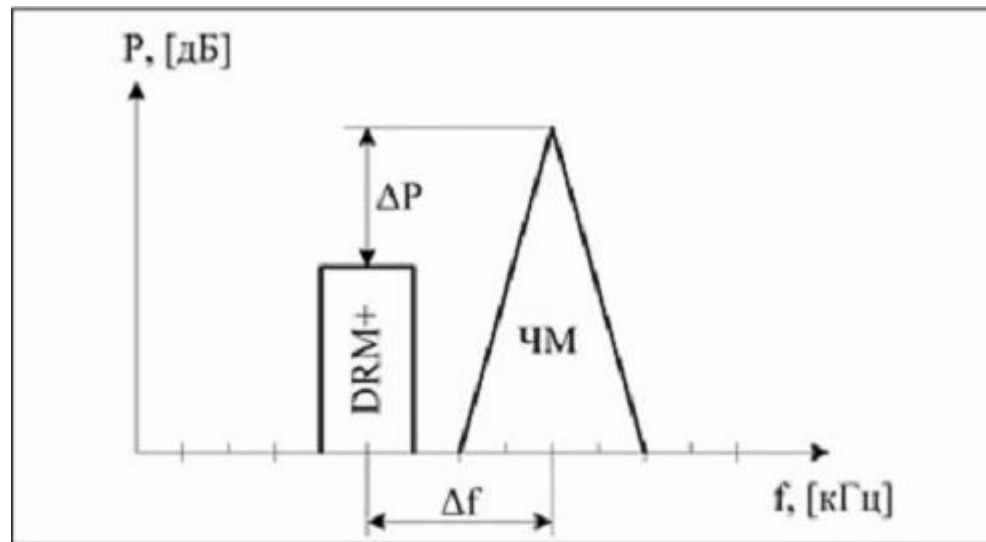
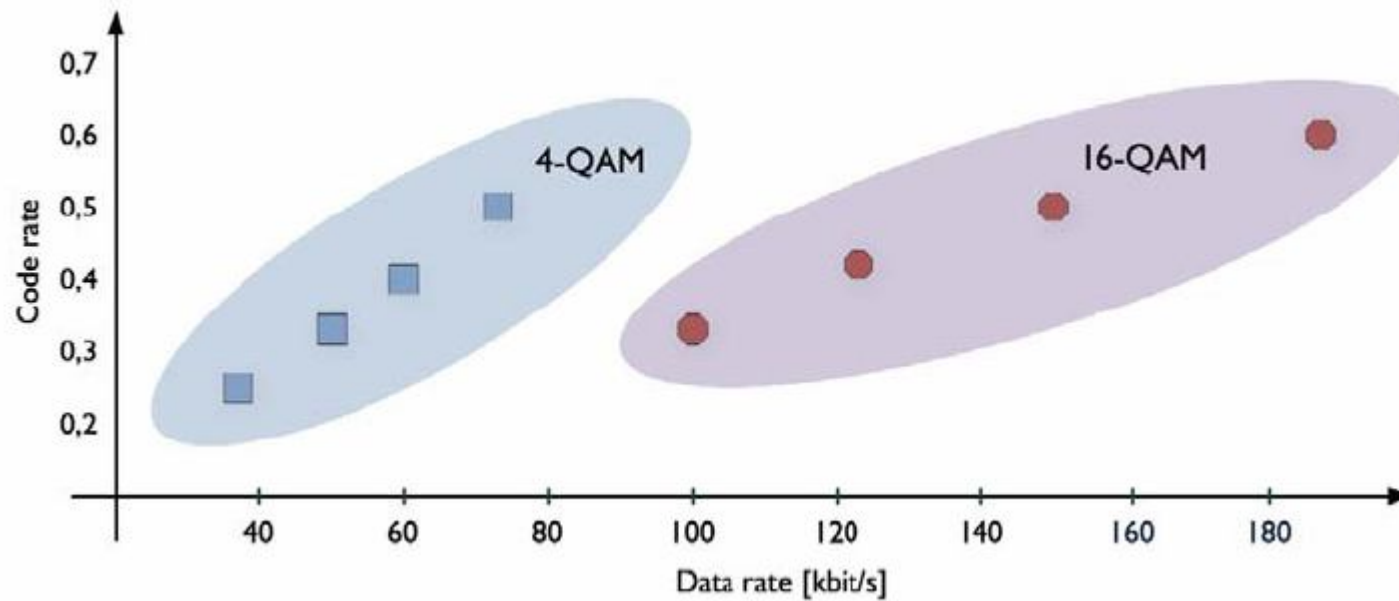
WWW.DRM.ORG

All entries:

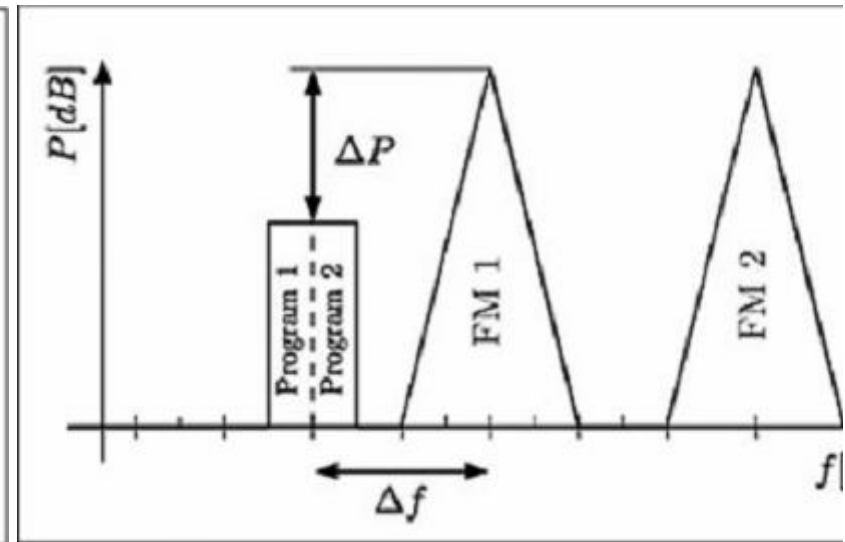
UTC	Days	kHz	Beam	Target	Power	Programme	Site	Language
0000-0200	daily	9630	340	C. America	30	REE	Cariari	Spanish
0000-0300	daily	177	ND	Germany	150	DLR Kultur	Oranienburg	German
0000-2400	daily	999	ND	Paris	8	DRM test	Villebon SFN	French
0000-2400	daily	711	ND	Germany	2	SWR cont.ra	Heilbronn	German
0000-2400	daily	855	ND	Berlin	10	DRadio Wissen	Berlin-Britz	German
0000-2400	daily	909	ND	Nuernberg	0.1	biteXpress	Dillberg	German
0000-2400	daily	1485	ND	Berlin	1	Oldiestar Radio	Berlin-Schaeferberg	German
0000-2400	daily	1593	ND	W. Germany	10	WDR	Langenberg	German
0000-2400	daily	15896	ND	Erlangen	0.1	biteXpress	Erlangen	German

DRM+ — это расширение стандарта на частоты до 108 МГц. Новая система использует логическую структуру и существующие наработки стандарта DRM, изменены только параметры OFDM модуляции для ширины полосы 96 кГц.

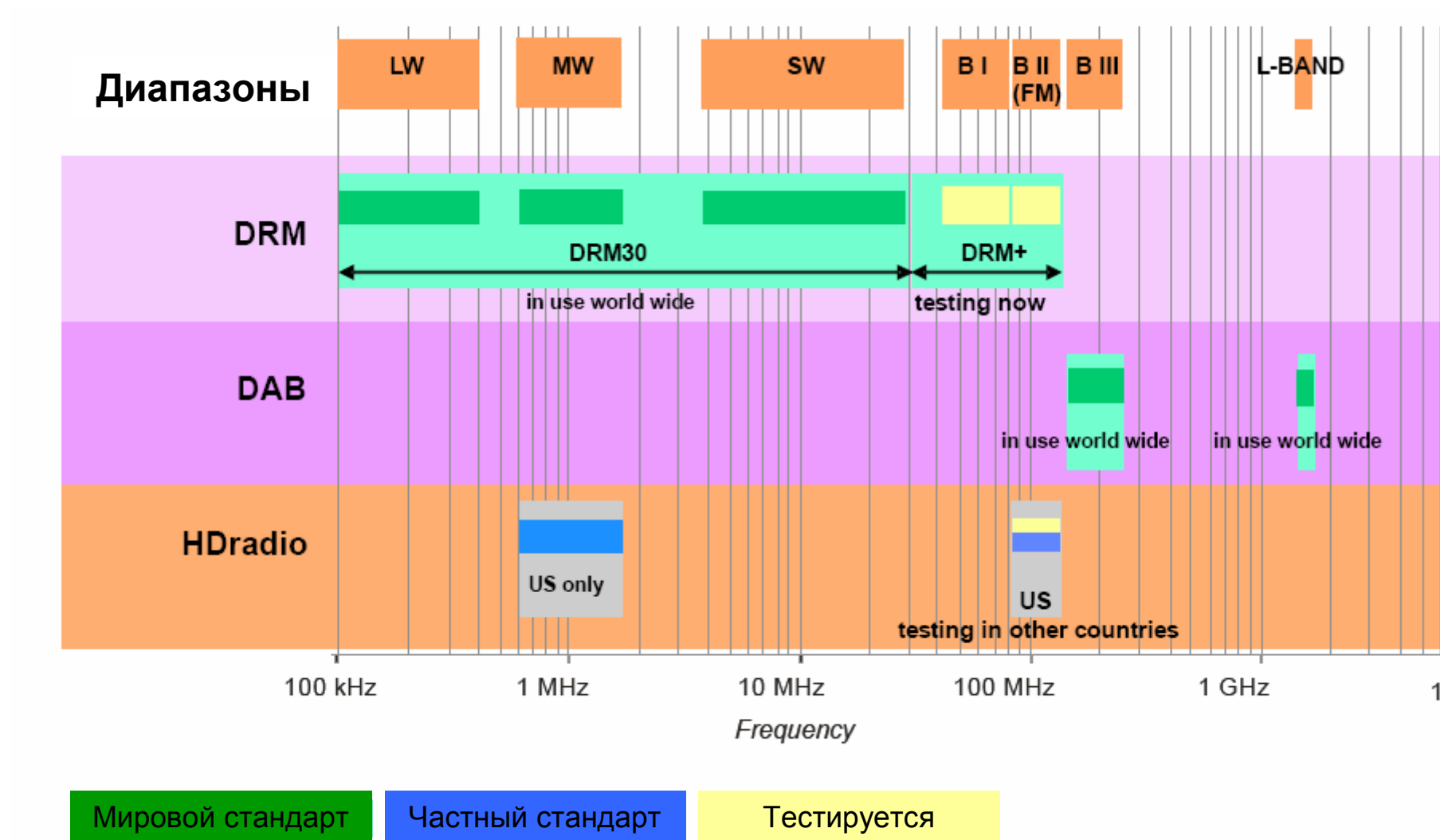
- Для аудиокодирования используется алгоритм из группы стандартов MPEG4. Три способа кодировки аудиоинформации возможны в системе DRM: AAC HE (Advanced Audio Coding), а также два способа кодировки речевой информации: CELP (Code Excited Linear Prediction) и HVXC (Harmonic Vector eXcitation Coding).
- Система DRM+ поддерживает скорость передачи данных от 40 до 186 кбит/с.
- В мультиплексе сигнала DRM+ могут передаваться до 4 программ (при использовании кодировки аудиосигнала (AAC HE) возможна передача 2 музыкальных программ со скоростью 64 кбит/с и передача двух речевых программ или дополнительных данных со скоростью 24 кбит/с).
- Численное моделирование зоны охвата при передаче сигнала в формате DRM+ (16 QAM) и ЧМ сигнала показало, что мощность передатчика цифрового сигнала может быть на 12 дБ меньше мощности передатчика ЧМ сигнала при одинаковой зоне охвата. Используя 4QAM модуляцию поднесущих цифрового сигнала OFDM, разница мощности может составлять до 20 дБ.



Сигнал DRM+ и ЧМ сигнал одной программы



Сигнал DRM+ и ЧМ сигнал двух программ



Благодарю за внимание !