



CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES

Volume: 02 Issue: 04 | April 2021 ISSN: 2660-5317

Расчёт зоны покрытия цифрового звукового вещания стандарта DAB+ (ГУП «UNICON.UZ»)

Хамидов Хасан Абдумуталович,
ведущий инженер («UNICON.UZ» ГУП)
Email id: harriy@mail.ru

Мухамедаминов Азиз Одилжон ўғли,
Ассистент, Ташкентский университет информационных технологий имени,
Мухаммада аль-Хорезми
Email id: Azizusmonov1992@gmail.com

Қаюмова Азиза Мурод қизи,
студент 2 курса TUITSFITBGUIR
Email id: Azizaqayumova3@gmail.com

Received 19th March 2021, Accepted 31 th March 2021, Online 16th April 2021

Abstract

В данной статье рассматривается расчёт зоны покрытия цифрового звукового вещания с использованием технологии DAB+ Ушбу мақола DAB+технологиядан фойдаланган ҳолда рақамли аудио эшиттириш қамрови зонасини ҳисоблаш кўриб чиқилган.

INTRODUCTION

Узбекистан, как и многие другие страны, планирует в перспективе переходить на цифровой стандарт звукового вещания. Переход должен осуществляться на основе Плана ЦЗВ Соглашения «Женева-06» [1].

Существуют несколько разработчиков специализированных программ по управлению радиочастотным спектром со своими пакетами различных программных продуктов, такие как LS Telcom (Германия), ATDI (Франция) и т.д.

На сегодняшний день, специалисты САЭМС ГУП «UNICON.UZ» используют программный продукт ATDI ICS Telecom для частотно-территориального планирования сетей радиосвязи различных стандартов, для расчёта ЭМС с использованием цифровых карт.

Функции ICS Telecom опираются на расчёт зоны охвата приёмо-передающих устройств с учётом рельефа и морфологии местности. Используются цифровые модели ландшафта для моделирования распространения радиоволн в диапазонах частот от 10 kHz до 450 GHz в динамическом двумерном или трехмерном отображении.

На пример, ICS Telecom позволяет проектировать и учитывать любой тип современных сетей беспроводной связи, в частности:

- сети подвижной радиосвязи: 2G, 3G, W-CDMA, CDMA 2000, LTE;
- сети фиксированного и мобильного доступа WiMAX,
- сети по архитектуре точка - многоточка: LMDS, WLL, BWA, DECT;
- сети радиорелейной связи;
- сети вещания: аналоговое и цифровое ТВ вещание DVB-T, DVB-H, цифровое радиовещание T-DAB;
- сети профессиональной связи: аналоговые, цифровые, TETRA;
- сети радаров и пеленгации.

Методики и функции, внедрённые в ICS telecom, обеспечивая следующие возможности:

- прогнозирование напряжённости поля;
- моделирование распространения радиоволн, базирующееся на физических особенностях местности, включая дифракционный эффект;
- вычисления помех и определение координационной зоны;
- графическое отображение зоны обслуживания станций на фоновых картах;
- анализ охваченного населения;
- анализ возможности совместной работы аналоговых и цифровых сетей;
- проведение частотного планирования многочастотных сетей T-DAB МЧС с возможностью назначения частот для избежания внутрисистемной и межсистемной интерференции;
- проведение частотного планирования одночастотных сетей T-DAB и DAB+ (конфигурация времени задержки для избежания интерференции ОЧС/COFDM. Предварительный расчёт зоны покрытия ОЧС, обозначение необслуживаемых зон на карте);
- проведение анализа интерференции для одночастотных сетей ОЧС T-DAB и DAB+.

Программный продукт ICS Telecom способен к управлению несколькими передатчиками и их покрытия в рамках одного проекта. Он базируется на графическом интерфейсе как для одного пользователя, так и для групп, выполняющих работы по планированию сетей.

Эти и другие достоинства данного программного обеспечения делают его незаменимым инструментом при решении сложных задач расчета зон обслуживания цифровых ОЧС и МЧС. При этом имеется возможность учёта специфики систем с многими несущими, в частности технологий OFDM, расчета внутри и межсетевых помех, а также настройки временных задержек при ОЧС.

Радиочастотные каналы в полосе частот (174 - 230) МГц, выделенные в соответствии с Планом Женева-06 для зоны выделений Республики Узбекистан, и их номиналы приведены в таблице 1 «Радиочастотные каналы в полосе частот (174 - 230) МГц для зоны выделений Республики Узбекистан».

Таблица 1 - Радиочастотные каналы в полосе частот (174– 30) MHz для зоны выделений Республики Узбекистан

Частотный диапазон	Номер радиоканала	Полоса частот радиоканала, MHz	Средняя частота полосы частот радиоканала, MHz
III	6	174 - 182	178
	7	182 - 190	186
	8	190 - 198	194
	9	198 - 206	202
	10	206 - 214	210
	11	214 - 222	218
	12	222 - 230	226

Цифровая система звукового вещания T-DAB предназначена для организации мультисервисного звукового вещания для приёма на мобильные, переносные и стационарные приемники в условиях пересечённой местности. Она предназначена для работы в сетях наземного, спутникового и кабельного вещания (таблица 2).

Таблица 2 - Режимы работы DAB+

Режим	Режим I	Режим II	Режим III	Режим IV
Типовое использование	Наземное вещание, VHF диапазон	Наземное вещание, L диапазон	Спутниковое вещание, L диапазон	Наземное вещание в городе, L диапазон
Число несущих, n	1536	384	192	768
Разнос несущих, Df , kHz	1	4	8	2
Длительность символа, T_U , μ s	1000	250	125	500
Длительность защитного интервала, T_G , μ s	246	62	31	123
Общая длительность символа, T_S , μ s	1246	312	156	623

DAB - система разработана как гибкая многоцелевая цифровая вещательная система, которая может поддерживать широкий диапазон источников со скоростями передачи от 8 до 320 kbit/s, несколькими уровнями дополнительного канального кодирования [2].

Один из путей обеспечения качественного приёма в рассматриваемых условиях - использование многочастотного сигнала COFDM, в котором:

- используется временное и частотное перемежение и коды, корректирующие ошибки (буква «С» в аббревиатуре COFDM);
- ортогональность несущих обеспечивается математической компоновкой разделения несущих и использованием длительности символа;
- используется дополнительный защитный интервал для уменьшения межсимвольной интерференции;

- используется QPSK модуляция каждой из несущих частот с последующей дифференциальной демодуляцией в приемнике.

Для исправления ошибок в DAB системе используется свёрточное кодирование каждого источника. В стандарте ETSI EN 300 401 [3] предусматривается пять уровней защиты для звуковых сигналов со скоростями кодирования от 1/3 до 3/4 и восемь уровней защиты для служебных данных с использованием процедуры прореживания в свёрточном кодере.

Параметры DAB системы для различных уровней защиты звуковых сигналов приведены в таблице 3. В таблице приводятся значения отношения сигнал/шум на входе приёмника по радиочастоте при условии, что на выходе декодера свёрточного кода (декодера Витерби) обеспечивается коэффициент ошибок. Необходимо заметить, что суммарная скорость передачи DAB сигнала с учётом корректирующего кода для всех уровней защиты составляет 2,4 Mbit/s. При планировании DAB сети обычно используется третий уровень защиты.

Таблица 3 - Уровни защиты в DAB

Уровень защиты	Скорость кода	С/Ш (dB) при $\kappa_{\text{ош}}=10^{-4}$ для канала			Скорость передачи, Mbit/s
		Гауссовского	Райсовского	Релеевского	
1	0,34	5,9	7,1	12,1	0,78
2	0,43	6,7	8,0	12,6	0,99
3	0,5	7,4	8,8	13,3	1,15
4	0,6	8,4	10,0	14,9	1,38
5	0,75	10,2	12,0	18,6	1,73

При планировании сети цифрового вещания следует иметь что минимальную мощность сигнала на входе приёмника, при которой на выходе декодера Витерби обеспечивается коэффициент ошибок $P_{\text{ош}} = 10^{-4}$. Минимальная мощность сигнала на входе приёмника определяется шириной полосы пропускания приемника и его коэффициентом шума:

$$P_n = F + 10 \log k T_0 B \quad (1)$$

$$P_{Smin} = P_n + \frac{c}{N} \quad (2)$$

где: B - шумовая полоса приёмника, МГц;

C/N - отношение сигнал/шум на радиочастоте, dB;

f - радиочастота, МГц;

F - коэффициент шума приёмника, dB;

P_n - мощность шума на входе приёмника, dBW;

P_{Smin} - минимальная мощность сигнала на входе приёмника, dBW;

$K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ W/Hz · grad - постоянная Больцмана;

$T_0 = 290^\circ$ К - абсолютная температура.

Системы наземного цифрового вещания, построенные на основе модуляции COFDM с введением механизма защитного интервала, обладают возможностью приёма наряду с основным (полезным)

сигналом также запаздывающих сигналов (например, отражённых от препятствий на местности) в том случае, если величина запаздывания не превышает величину защитного интервала. При достаточно большой величине защитного интервала это позволяет осуществлять также приём сигналов других полезных станций, работающих в том же частотном канале. При этом все принятые на ненаправленную антенну полезные сигналы складываются в приёмнике, что позволяет значительно улучшить качество приёма. Эффект суммирования сигналов от разных передатчиков получил название «усиление сети». Сеть передающих станций, синхронно работающих на одной частоте и передающих одну и ту же программу, называется одночастотной сетью - ОЧС. Однако построение одночастотных передающих сетей цифрового вещания требует тщательного проектирования. Поэтому в сетях НЦЗВ чаще используются МЧС.

Минимально необходимая напряжённость поля, используемая при планировании в III ОБЧ диапазоне для мобильного приёма цифрового вещания, с учётом приведённых выше поправочных коэффициентов, приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Минимально необходимая напряжённость поля для III частотного диапазона (174-230 MHz)

Параметр	Значение
Минимальная эквивалентная напряжённость поля, dB/ μ V/m	35
Поправочный коэффициент при переходе от 50 % к 99 % мест, dB	+13
Поправочный коэффициент при переходе от высоты антенны 10 m к 1,5 m, dB	+10
Минимальная эквивалентная напряжённость поля планирования мобильного приема цифрового вещания, dB/ μ V/m	58

Кривые распространения, используемые для расчёта напряжённости поля, построены для высоты приёмных антенн 10 m над уровнем земли. Цифровое вещание будет планироваться в основном для мобильного приёма, где высота приёмной антенны составляет 1,5 m. Поэтому необходимо внести поправку в 10 dB в полученную по кривым распространения напряжённости поля, чтобы учесть приём на 1,5 m антенну, вместо 10 m.

Выводы. Внедрение цифрового радиовещания только первый шаг на пути к новейшим цифровым информационным технологиям завтрашнего дня.

В ЦНЗВ T-DAV сигналы передаются частотными блоками. Ширина частотного блока составляет 1,536 MHz, защитный частотный интервал между соседними блоками - 176 kHz.

Величина защитного отношения для совмещённых частотных блоков T-DAV составляет 10 dB, а для соседних блоков - минус 30 dB.

При расчёте максимально допустимой напряжённости поля интерферирующего сигнала надо учитывать защитное отношение, приведённое выше. Кроме того, требуется защита полезного сигнала от интерферирующего в 99 % мест, а не в 50 %, определяемых по кривым распространения. Поэтому, для учёта защиты в 99 % времени вводится поправочный коэффициент 18 dB.

Внедрение цифрового радио для Узбекистана особенно актуально, так как оно должно обеспечить не только значительное повышение качества и количества программ и дополнительных услуг населению, но и более эффективное использование радиочастотного спектра, снижение энергопотребления радиопередающими средствами, загрузку промышленности и создание новых рабочих мест по массовому производству цифрового радиооборудования.

Использованные источники

1. Заключительные акты Региональной конференции радиосвязи по планированию цифровой наземной радиовещательной службы в частях Районов 1 и 3 в полосах частот 174-230 МГц и 470-862 МГц (РКР-06), МСЭ, Женева, 2006
2. Рихтер С.Г. Цифровое радиовещание. - М.: Горячая линия Телеком, 2015 2-е изд., стереотип. 2015 г.352 стр.
3. К 011:2004 Концепция внедрения наземного цифрового телевизионного и звукового вещания в Республике Узбекистан