

УДК 621.397

## ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ НАЗЕМНЫХ СЕТЕЙ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

М.Г. Локшин, начальник лаборатории НИИР, д.т.н.

Переход к телевизионному (ТВ) вещанию в цифровом формате создает ряд проблем в наземной передающей сети. Очевидно, что при внедрении цифрового вещания не должна сократиться аудитория, которая сегодня смотрит передачи действующих передающих станций аналогового вещания, по крайней мере, тех, которые транслируют наиболее популярные общероссийские программы.

Зоны обслуживания при аналоговом и цифровом вещании. При цифровом телевидении зоны обслуживания не будут такими же, как и при аналоговом вещании. Цифровые сигналы более защищены от помех, чем аналоговые. Поэтому для приема сигнала в цифровом формате требуются более низкие значения напряженности поля, чем для приема аналогового. Однако прием сигналов аналогового телевидения возможен на значительных расстояниях за пределами зон гарантированного обслуживания, тогда как одна из особенностей цифровой модуляции – так называемый пороговый характер приема. Это значит, что даже при незначительном уменьшении напряженности поля ниже определенного порога прием весьма быстро прекращается.

На рис. 1 схематично представлена ситуация, при которой границы зоны обслуживания передатчиков аналогового и цифрового вещания одинаковы. Как видно из рисунка, до границы зоны обслуживания прием цифрового телевидения возможен с значительно лучшим качеством по сравнению с аналоговым. Однако за пределами этой зоны с увеличением расстояния от передающей станции прием цифрового телевидения вскоре прекращается, в то время как возможность приема аналогового вещания сохраняется и на существенном удалении (хотя и с пониженным качеством). Этот факт нужно учитывать при определении мощности устанавливаемых передатчиков цифрового телевидения, тем более, что в существующей передающей сети России достаточно большое число населенных пунктов находится за пределами зон гарантированного обслуживания.

Сравнимая зоны обслуживания передатчиков аналогового и цифрового вещания, следует также учитывать *изменение характеристик приемного оборудования*, произошедшее за последние полвека. Сегодня реальные зоны обслуживания аналоговых передатчиков превышают расчетные, которые были опреде-

лены на основании данных телевизоров производства 50-х годов. Кроме того, нормируемое значение граничной напряженности поля  $E_{\text{мин}}$  для аналогового вещания определено более 50 лет назад для коэффициента шума телевизора, равного 10 дБ в диапазоне метровых волн и 12 дБ в диапазоне ДМВ. При расчете напряженности поля для цифрового телевидения исходили из коэффициента шума телевизора, равного 7 дБ (по мнению специалистов МНИТИ, коэффициент шума современных телевизоров равен 8 дБ в диапазоне метровых волн и 9 дБ – дециметровых). Следовательно, сегодня телевизор способен удовлетворительно принимать аналоговый сигнал при напряженности поля ниже действующей нормы. В табл. 1 приведены результаты расчета напряженности поля для реальных значений технических характеристик современных телевизоров.

Из данных табл. 1 следует, что реальные значения напряженности поля для приема цифровых сигналов телевидения на 5,4 дБ меньше соответствующих значений для аналоговых сигналов. По данным ряда производителей оборудования, мощность гибридных телевизионных передатчиков среднего и высокого класса в цифровом режиме будет примерно на 6 дБ меньше, чем в аналоговом. Следовательно, расчетные зоны обслуживания при цифровом и аналоговом вещании будут практически одинаковыми, хотя на деле прием аналогового вещания возможен и на более далеком расстоянии от радицентра, чем граница зоны (см. рис. 1). Таким образом, *при переводе конкретного передатчика с аналогового формата вещания на цифровой часть телезрителей может полностью лишиться возможности хоть какого-то приема телевидения.*

Разумеется, аналоговые передатчики мощностью 5 кВт и менее могут быть заменены на цифровые надлежащей мощности, чтобы при переходе от аналогового вещания к цифровому зоны обслуживания не уменьшились. Но на

станциях, предназначенных для обслуживания территорий максимально возможного размера, например, расположенных в Москве, Санкт-Петербурге, Великом Новгороде, Ижевске и в ряде других крупнейших городов России, подобное решение нереально. Дело в том, что самые мощные цифровые передатчики диапазона дециметровых волн не могут обеспечить такие же зоны обслуживания, как зоны мощных (25 кВт и более) аналоговых передатчиков диапазона метровых волн, установленных для трансляции наиболее важных программ.

На рис. 2 изображены расчетные зоны обслуживания мощных передатчиков Останкинской телебашни, определенные для реальных значений минимальной напряженности поля. Следует учесть, что расчетные зоны обслуживания действующего аналогового передатчика программы "Культура" (мощность 20 кВт, радиус зоны 75,1 км) и цифрового передатчика (мощность 5 кВт, радиус зоны 73 км) того же 33-го канала практически совпадают; их границы обозначены одной общей (красной) линией. Как видно из рисунка, площадь зоны обслуживания (радиус зоны 112,8 км) аналогового передатчика 11-го канала (программа РТР) превышает площадь зоны обслуживания цифрового передатчика 33-го канала более чем вдвое. Охват населения программой цифрового передатчика (12,57 млн. человек) будет на 1,73 млн. человек меньше, чем охват

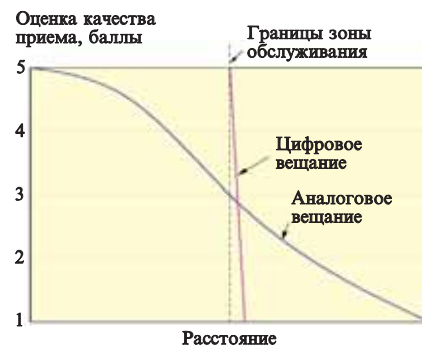


Рис. 1

Таблица 1

Вид модуляции		Напряженность поля, дБ/мкВ/м, для диапазона волн		
		III	IV	V
Аналоговая	по ГОСТ	55	65	68
	Реальная	51,9–54,0	60,6–64,7	
Цифровая	по МСЭ	48	53	57
	Реальная	46,5–48,6	55,2–59,3	

аналогового передатчика 11-го канала (14,3 млн. человек), а в действительности разница будет еще существеннее. Для обслуживания зоны, охватываемой аналоговым передатчиком программы РТР, понадобится цифровой передатчик 33-го канала мощностью 190 кВт. В диапазоне метровых волн цифровой передатчик 11-го канала мощностью 10 кВт обеспечит такую же зону обслуживания, как и аналоговый мощностью 40 кВт.

При замене мощных аналоговых передатчиков диапазона метровых волн на цифровые диапазона дециметровых волн (как это предусмотрено "Концепцией развития цифрового ТВ вещания в России") возможна и другая серьезная ситуация. В 70-е годы в нашей стране были построены мощные областные РПС в геометрических центрах областей, что обеспечило практически полный охват территории области не только телевизионным и звуковым радиовещанием, но и другими видами радиосвязи в интересах важнейших государственных служб (скорой помощи, милиции, МЧС и др.). При переводе этих станций на цифровое ТВ вещание в диапазоне ДМВ ряд областных центров, как например, Рязань, практически лишится возможности приема телевидения с таких центров (см. рис. 3). Тогда коммерческие радиостанции перейдут в пределы самих городов, следовательно, мощные областные центры перестанут быть рентабельными. Подобное уже наблюдается, например, в Твери, где в городе строят новую опору при наличии радиопередающего областного центра в п. Андрияново.

Из изложенного выше следует, что если при цифровом вещании использовать и диапазон метровых волн, можно будет избежать значительных потерь аудитории телезрителей наиболее распространенных телевизионных каналов (РТР, ОРТ, НТВ).

**Выбор формата цифрового сигнала.** Следует обратить внимание еще на одну проблему планирования наземных сетей цифрового телевидения. Для цифрового сигнала характерно большое разнообразие возможных значений параметров, определяющих его помехозащищенность. Соответственно различными будут: минимальная напряженность поля, т.е. размеры зоны обслуживания; защитные отношения, определяющие территориальный разнос мешающих передатчиков; чистая битовая скорость (соответственно число программ), которую можно обеспечить в одном частотном канале.



— зона обслуживания аналогового передатчика 11 ТВК (40 кВт)  
— зона обслуживания цифрового передатчика 33 ТВК (5 кВт)

Рис. 2

В табл. 2 приведены радиусы зон обслуживания  $R_0$  для станции цифрового телевидения при разных параметрах сигнала, фиксированном приеме, высоте опоры 180 м, мощности передатчика 1 кВт, усилении антенны 10 дБд. Для одной станции можно выбрать оптимальный тип сигнала в соответствии с конкретными условиями, но при планировании сети (особенно всей страны) нужно определиться со стандартом цифрового сигнала, поскольку при заданном числе программ социального пакета (сейчас принят термин "пакет программ свободного доступа") это будет обуславливать необходимое для его распространения число частотных каналов в каждом пункте установки радиопередающей станции.

Уже сейчас в Москве и других крупнейших городах страны для параллельного ТВ вещания в цифровом формате можно выделить не более одного частотного канала и только в дециметровом диапазоне волн и далеко не всегда при надлежащей мощности передатчиков. При этом значительная часть жителей, удаленных от передающих радио-

станций населенных пунктов, будет лишена возможности приема цифрового вещания. В таких случаях для сохранения существующей зоны охвата нужно применить формат цифрового сигнала, при котором возможен прием на большом удалении от радиостанции, но с пониженной чистой битовой скоростью (не с максимальным числом программ в одном пакете). Впоследствии, по мере высвобождения мощных аналоговых передатчиков, их можно будет перевести на вещание пакетов социальных программ в полном объеме.

При составлении на переходный период частотного плана вещания нужно в каждом конкретном случае определить оптимальные значения параметров цифрового сигнала, позволяющие расширить зоны обслуживания, и число (и перечень) ТВ программ, которые возможно передать при этом. В условиях дефицита частотных каналов представляется целесообразным вариантом организации на переходный период параллельного вещания сначала одного пакета ТВ программ.

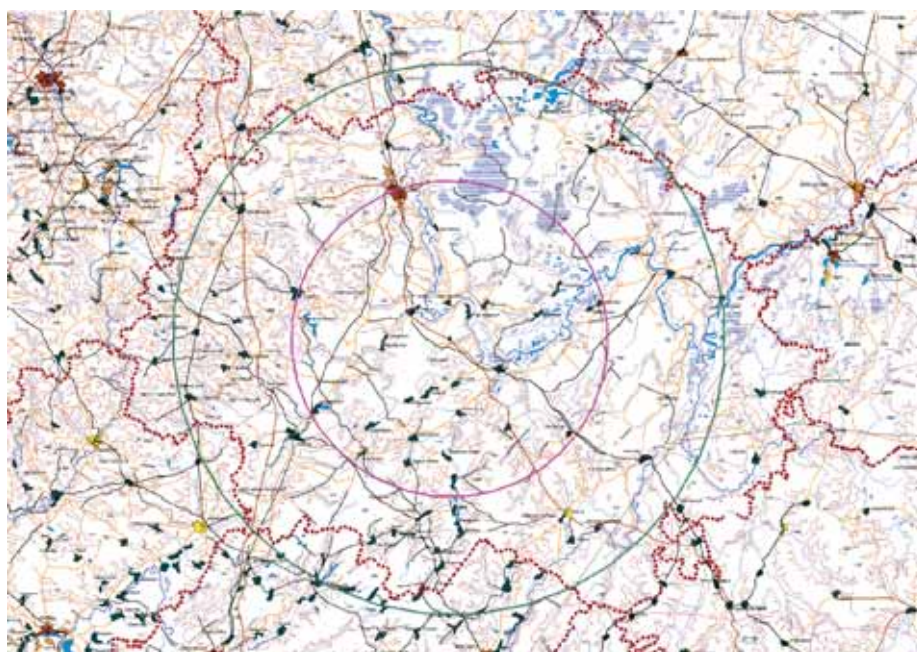
**Решение вопросов приема сигналов цифрового телевидения.** Вводимые циф-

Таблица 2

Тип модуляции	Скорость кодирования	Защитное отношение, дБ	Чистая битовая скорость*, Мбит/с	Частота 200 МГц		Частота 500 МГц	
				$E_{мин}$ , дБ/мкВ/м	$R_0$ , км	$E_{мин}$ , дБ/мкВ/м	$R_0$ , км
QPSK	2/3	8	7,37	36,9	91	40,8	63
16-QAM	2/3	14	14,75	43,1	74	47,1	52
64-QAM	2/3	20	22,12	48,5	62	52,5	43
64-QAM	5/6	23,3	27,65	51,7	53	55,7	37

\* При защитном интервале 1/8





— зона обслуживания аналогового передатчика 7 ТВК (25 кВт)  
 — зона обслуживания цифрового передатчика 41 ТВК (5 кВт),

Рис. 3

ровые передатчики практически повсеместно будут установлены на существующих опорах, построенных для охвата территории вещанием в диапазоне метровых волн. Это нужно для существенного уменьшения капитальных затрат и сохранения аудитории телезрителей, пользующихся индивидуальными приемными антеннами, ориентированными на действующие передающие центры. В ряде случаев для сохранения зон охвата ТВ вещанием при переходе к цифровому телевидению потребуется строительство дополнительных передающих центров в новых пунктах. Тогда население должно будет либо переориентировать свои антенны на эти центры, либо установить дополнительные приемные антенны для приема программ с направлений на новые центры. Нужно также учесть, что подавляющее большинство находящихся у населения антенно-фидерных устройств индивидуального по-

льзования не пригодны для удовлетворительного приема сигналов цифрового телевидения. Такие установки позволяют принимать аналоговые сигналы (с пониженным качеством), но при переходе к цифровому вещанию прием может прекратиться вообще. Опыт цифрового вещания в Республике Мордовии подтверждает обоснованность такого опасения. В настоящее время население не обладает информацией о том, какие приемные антенны индивидуального пользования нужно устанавливать в конкретных районах. Следует уделить существенное внимание промышленному выпуску и установке у населения антенн, обеспечивающих защищенность от помех прием, особенно в одночастотных сетях.

Специалистам ясно, что для охвата практически всего населения страны цифровым ТВ вещанием недостаточно только существующих станций наземной сети эфирного вещания; в ряде случаев

потребуется строительство дополнительных телевизионных радиопередающих станций в новых пунктах. Важное значение приобретает развитие сетей коллективного приема и кабельного телевидения, ориентированных на прием сигналов со спутниковых ретрансляторов (там, где прием сигналов эфирных передатчиков не будет возможен); в ряде случаев единственным средством будет непосредственный прием спутникового телевидения на установки индивидуального пользования.

Несомненно, что проблема сохранения охвата территории при переходе с аналогового на цифровое ТВ вещание весьма важна и требует внимательного изучения. Для реальной оценки мощности передатчиков, которые следует установить вместо действующих аналоговых при модернизации передающей сети и переходе к цифровому ТВ вещанию в нашей стране, необходимо в ближайшее время провести в наземной сети всестороннее обследование условий приема сигналов современных типовых мощных станций аналогового вещания и опытного цифрового вещания. При этом не следует стремиться обследовать зоны всех передатчиков подряд. В первую очередь, нужно обратить внимание на передатчики большой мощности и передатчики, обслуживающие зоны со сложным рельефом местности.

В рамках одной статьи невозможно подробно обсудить все затронутые технические и организационные проблемы. Для их решения необходимо в соответствии с реальной ситуацией существенно скорректировать концепцию развития цифрового телевидения, разработать и утвердить план частотных присвоений для распространения на территории всей страны социального пакета программ с учетом переходного этапа одновременного вещания программ в аналоговом и цифровом форматах для каждого субъекта Российской Федерации с привязкой к существующим радиотелевизионным передающим центрам в каждом населенном пункте.

Получено 8.11.06

Редколлегия и редакция журнала "Электросвязь" приняли решение премировать молодых авторов, активно сотрудничающих с журналом, бесплатной подпиской на 2007 год. Среди них:

- Е.Е. Девяткин** (начальник сектора НТЦ анализа ЭМС НИИР, аспирант МТУСИ)
- И.И. Колесников** (начальник сектора НИЧ МТУСИ)
- Д.Л. Медведев** (магистрант МТУСИ)
- Н.В. Серебренникова** (аспирантка РУДН)