

УДК 621.396

ВОЗМОЖНО ЛИ ПЛАНИРОВАНИЕ СЕТИ ЦИФРОВОГО DRM РАДИОВЕЩАНИЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ?

Выходец А.А.

*Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова
ГП “Украинский научно-исследовательский институт радио и телевидения”
65029, Украина, г. Одесса, ул. Кузнечная, 1.*

vaa559@yahoo.com

ЧИ МОЖЛИВО ПЛАНУВАТИ МЕРЕЖІ ЦИФРОВОГО DRM РАДІОМОВЛЕННЯ В ТЕПЕРІШНІЙ ЧАС?

Виходець О.А.

*Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова
ДП “Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення”
65029, Україна, м. Одеса, вул. Ковальська, 1.*

vaa559@yahoo.com

IS IT POSSIBLE TO DIGITAL NETWORK PLANNING DRM BROADCASTING AT THE MOMENT?

Vyhodets A.A.

*Odessa National A. S. Popov Academy of Telecommunications
SE “Ukrainian Research Institute of Radio and TV”
1 Kovalska St., Odessa 65029, Ukraine.*

vaa559@yahoo.com

Аннотация. В статье рассматривается возможность построения сети цифрового радиовещания в Украине. Приведены данные экспериментов по определению требуемой напряженности поля.

Ключевые слова: Напряжённость поля, цифровое радиовещание, сети цифрового вещания, DRM, BER.

Анотація. В статті розглядаються можливість побудови мережі цифрового радіомовлення в Україні. Представлені дані експериментів по визначенню необхідної напруженості поля.

Ключові слова: Напруженість поля, цифрове радіомовлення, мережі цифрового мовлення, DRM, BER.

Abstract. The possibility of building a network of digital broadcasting in Ukraine. The data of experiments to determine the required field strength.

Key words: The field strength, digital broadcasting, digital broadcasting network

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, в отличие от телевидения, нет международного соглашения о сроках перехода на цифровое радиовещание. Тем не менее, в ряде стран Европы уже более 10 лет эксплуатируется цифровая система DAB (Digital audio broadcasting), позволяющая в диапазоне метровых волн (174–240 МГц) в одном мультиплексе передавать 6 высококачественных стереофонических программ. Разработанная в последние годы модернизированная система DAB+ позволяет примерно в 3 раза увеличить количество передаваемых программ. Покрытие территории радиовещанием DAB в ряде стран (Англия, Германия, Швеция, Франция и др.) превышает 90 %. Однако в этих и других странах в диапазоне метровых волн также успешно эксплуатируется и система аналогового стереофонического радиовещания с частотной модуляцией (МВ-ЧМ).

Этот же формат вещания используется и в Украине. В диапазоне метровых волн

(87,5–108) МГц работают сотни передатчиков с частотной модуляцией, позволяющие организовать МВ-ЧМ вещания во всех крупных населенных пунктах и в значительной части районных центрах.

Однако и в формате цифрового вещания DAB и в формате аналогового вещания МВ-ЧМ зона обслуживания имеет локальный характер. Радиус этой зоны не превышает 50–70 км. Но при всех достоинствах этих систем вещания не следует забывать и АМ вещание в диапазоне средних и длинных волн (ДСВ диапазон), позволяющее организовать зоны обслуживания с радиусом в сотни километров. Кроме того именно в диапазоне ДСВ может быть организована эффективная система оповещения населения о чрезвычайной ситуации.

В работе [1] автор этот вопрос рассматривал. Анализировалась возможность реализации в диапазоне ДСВ цифрового радиовещания DRM (Digital radio broadcasting), которая позволяет обеспечить достаточно протяженные сети цифрового радиовещания и оповещения. Была показана возможность организации сети DRM передатчиков, позволяющей обеспечить покрытие цифровым радиовещанием практически всю территорию Украины.

Однако проведенные расчеты основывались на параметрах планирования, учитывающих идеальные условия приема. Учет реальных условий приема DRM сигналов, как показано ниже, приводит к другим результатам. Существует целый ряд причин, в результате которых напряженность поля в месте приема не постоянна, зависит от сезона и случайным образом может меняться. В результате этого возникают трудности планирования сети DRM вещания, являющиеся предметом рассмотрения в настоящей статье.

Аналоговое ДСВ радиовещание. На Региональной Конференции по радиовещанию на длинных и средних волнах, состоявшейся в г.Женева в 1975 г., для Регионов 1 и 3 были приняты положения, позволяющие осуществить планирование сети в диапазоне ДСВ. Рекомендовано значение минимальной напряженности поля, которое определяется значением несущей частоты АМ передатчика f [2]. Так для $f = 1$ МГц минимальное значение напряженности поля принято равным $E_{\min} = 60$ дБ(мкВ/м) (в дальнейшем, для краткости 60 дБ) Уровень атмосферных помех зависит от частоты, поэтому для определения напряженности применяется частотно-зависимая поправка – а дБ. В соответствии с этим для других частот напряженность поля вычисляется по формуле $E_{\min} = 60 + a$ дБ. Для частоты $f = 1$ МГц $a = 0$, для нижней частоты диапазона $f = 0,153$ МГц $a = 16$ дБ и $E_{\min} = 76$ дБ, для верхней частоты $f = 1,5$ МГц, $a = -3$ дБ и $E_{\min} = 57$ дБ. Для больших городов вследствие высоких уровней помех рекомендовано увеличить минимальную напряженность поля до 71–77 дБ. Принятые значения напряженности поля соответствуют отношению сигнал/шум по звуковой частоте на выходе приемника $A = 30$ дБ.

Вычисление размеров зоны обслуживания АМ передатчика в диапазоне ДСВ ведется по медианной величине напряженности поля. Принято считать, что напряженность поля земной волны в диапазоне ДСВ достаточно стабильна [3]. Однако показано [4], что существуют сезонные изменения условий распространения, при которых уровень напряженности поля зимой выше, чем летом. По разным причинам на эти изменения в дневное время влияние ионосферы сказывается очень мало, поэтому основную роль в перепаде значений напряженности поля играет поверхность Земли и состояние атмосферы. Анализ результатов измерений показывает, что в разных географических регионах величины разности уровней сигнала между наиболее холодным зимним месяцем и наименее жарким летним (величина годовой амплитуды) отличаются. Известно также, что изменения напряженности поля имеют наибольшую корреляцию с температурой воздуха и очень резкие изменения появляются в интервалах температуры $\pm 5^\circ\text{C}$. В регионах с теплым климатом, где средняя температура в январе выше нуля, разность температур между летними и зимними месяцами незначительна, годовая амплитуда уровней сигнала также незначительна и составляет несколько децибел. В регионах с континентальным климатом с большими различиями плюсовых и минусовых температур амплитуда очень большая. Во многих случаях она может превышать 10 дБ.

Напряженность земной волны изменяется от точки к точке земной поверхности, изо

дня в день, от сезона к сезону. Предварительные данные средней годовой амплитуды (разность ежемесячной средней величины между наиболее холодным зимним и наименее жарким летним месяцем) для частот приблизительно от 530 кГц до 1000 кГц приведены в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Рекомендованные данные относительно коррекции замираний земной волны, которые зависят от температуры в январе месяце

Средняя температура в январе, град С	4	0	-10	-16
Амплитуда, дБ	4	8	13	15

Из данных, приведенных в работе [5], следует, что на территории Украины средняя температура в январе равна от -6°C до -7°C в северных и восточных областях, от -3°C до -5°C в западных областях и центре и от -2°C до 4°C – в южных областях.

В соответствии с данными табл.1 можно считать, что значение планируемой минимальной напряженности поля при расчете зон обслуживания в зависимости от сезона может изменяться на 11 дБ для северных и восточных областей, на 10 дБ – для западных областей и центра и на 9 дБ – для южных областей, т.е. уровень сигнала зимой выше, чем летом.

Влияет на изменения напряженности поля и неоднородность рельефа. В районах с сильно изрезанным рельефом и большими перепадами высот (Крым, Закарпатская область) потребуются увеличить значение медианной напряженности поля на 7–10 дБ [6].

В аналоговом АМ вещании случайные изменения уровня напряженности поля на некоторое время не приводят к прекращению передачи. Как показывает многолетняя практика радиовещания в диапазоне ДСВ радиослушатели практически не замечают непостоянство уровней сигнала.. передачи

При удалении передатчика от границы зоны напряженность уменьшается и будет наблюдаться постепенное снижение субъективно воспринимаемого качества аналоговой передачи. При цифровом радиовещании снижение напряженности поля ниже порогового значения на 0,5дБ приводит к срыву передачи, что является одним из основных факторов, которые необходимо учитывать при планировании вещательной сети.

Цифровая система DRM [7]. В Рекомендации Международного Союза Электросвязи-Радио (МСЭ-Р) для различных условий приёма в средневолновом (СВ) диапазоне при использовании земной волны предлагается ориентироваться на величины минимальной напряженности поля, обеспечивающие ошибку декодирования не выше $\text{BER}=10^{-4}$ (Таблица 2) [8]

Таблица 2 – Минимальная используемая напряженность поля (дБ(мкВ/м)) для стандартной модуляции и разных уровней защиты при $\text{BER} = 10^{-4}$, режиме работы А и диапазона СВ (распространение земной волной)

Модуляция	Номер уровня защиты	Относительная скорость сверточного кода, R	Минимальная используемая напряжённость поля E_{\min} , дБ(мкВ/м))	
			4,5 кГц, 5 кГц	9 кГц, 10 кГц
16-КАМ	0	0,5	33,3	33,1
	1	0,62	35,4	35,2
64-КАМ	0	0,5	38,8	38,6
	1	0,6	40,3	39,8
	2	0,71	42,0	41,6
	3	0,78	43,7	43,2

Приведенные в Рекомендации BS.1615 [8] данные получены при учете лишь шумов приемника и не учитывают атмосферные, промышленные и бытовые помехи. Таким образом, приведенные в Рекомендации значения относятся к условиям приема близким к идеальным. Учет всех видов помех, как показано ниже, приводит к более высоким требуемым зна-

чениям минимальной напряженности поля и, следовательно, к снижению или отсутствию выигрыша в мощности DRM передатчика [9].

Для определения реальных значений минимальной напряженности поля в диапазоне СВ при приеме на профессиональный и обычный бытовой приемники в стационарных и мобильных условиях в ряде стран проводились специальные эксперименты. В Испании в г. Мадриде исследование радиоприема DRM сигналов проводилось при работе передатчиков на частотах 1260 кГц и 810 кГц с использованием профессиональных приемников. Исследования проводились в дневное время, применялся один режим передачи со следующими параметрами: модуляция: 64 КАМ, $R=0,6$, скорость цифрового потока – 23,6 кбит/с [10]. В сельской местности хороший прием осуществлялся на протяжении 98 % общего времени приёма при напряженности поля не ниже 43–39 дБ, что только на 3 дБ выше значений, приведённых в Рек. BS.1615.

При исследовании приема в движущемся автомобиле на результаты измерений влияли такие факторы как ширина улиц и высота зданий, присутствие источников искусственных шумов, а также элементов городской среды, вызывающих замирания сигналов (мосты, тоннели и т.п.). Это влияние возрастало по мере удаления приемника от передающей станции.

Измерения показали, что в крупных городах имеют место более высокие уровни искусственных шумов по сравнению с данными МСЭ для городских условий. С учетом повышенных уровней шумов вещатели вынуждены поддерживать соответствующие высокие уровни напряженности поля полезного сигнала [10,11]. При мобильном приеме частые срывы приема начинаются при снижении напряженности поля до 75–70 дБ.

Условия приема внутри помещений являются наиболее неблагоприятными из-за возрастания уровня искусственных шумов от бытового и промышленного оборудования [10].

Исследования выполнялись в зданиях различной высоты и назначения (жилые, производственные, учреждения) в пределах разных районов города и в пригородном районе. Их результаты показали, что прием DRM сигналов в помещениях в диапазоне СВ зависит от высоты здания и типа окружающей городской среды. Для четырех городских районов с различной плотностью застройки были измерены значения уровней шумов и полезных сигналов. Для решения задачи планирования эти результаты имеют важное значение при определении требуемой напряженности поля в месте приема. В итоге было получено, что значение $E_{\text{мин}}$ должно составлять до 80 дБ для удовлетворительного приема в плотно застроенных городских районах, в то время как при менее плотной застройке оно может быть снижено на более чем 10 дБ [10].

При этом следует отметить, что из общего числа рассмотренных точек приема хорошее качество обеспечивалось в тех, которые располагались в более высокой части здания. Наибольшая надежность приема была выявлена в районах с неплотной застройкой.

Также заслуживает внимания зафиксированное при измерениях изменение принимаемой напряженности электромагнитного поля внутри зданий: ее значения могут изменяться почти на 30 дБ внутри одного и того же здания. При приеме в здании, расположенном в плотно застроенной городской среде, его качество удавалось повысить при размещении приемника ближе к окнам.

Результаты измерений в г. Мадриде показали, что для достаточно хорошего приема в стационарных условиях в пределах города достаточно использование передатчика с излучаемой мощностью 10 кВт. Однако для хорошего приема в мобильных условиях необходимо ее увеличение до 20 кВт. Более высокий уровень помех внутри помещения требует увеличения мощности до 25–35 кВт. [10]

В Мексике в 2006г. проводились испытания системы DRM на частоте 1060 кГц с использованием профессиональных приемников. Хороший приём (98 %) был возможен при напряженности поля выше 80 дБ и отношении сигнал/шум более 20 дБ. Мобильный прием также как в Испании осуществлялся значительно хуже. Требуемая напряженность поля составляла 95–80 дБ.

Измерения, проведенные в Бразилии в 2010 г., показали, что минимальная напряженность поля должна быть не ниже 65-70 дБ даже при модуляции 16-КАМ, и выше 80 при модуляции 64 КАМ и любое ее снижение может самым неблагоприятным образом отразиться на надежности приема [11].

ВЫВОДЫ

Испытания системы цифрового радиовещания DRM, проведенные в разных странах, показали на большой разброс требуемой напряженности поля. Из приведенных результатов исследований следует, что для приема сигналов DRM в диапазоне СВ даже в стационарных условиях в большинстве случаев требуется большее значение напряженности поля, чем при аналоговом АМ вещании. Если для хорошего качества в аналоговом вещании практически достаточно напряженности поля 60 дБ (кроме больших городов), то в тех же условиях приема на профессиональные приемники требуется напряженность 45-70 дБ и более, а для бытовых приемников - 65-80 дБ К этим числам для приема на широте Украины следует добавить 9-10 дБ на сезонные изменения. Прием в движущемся автомобиле при тех же условиях приема требует увеличения уровня напряженности на 10–20 дБ.

В результате исследований получено, что значение $E_{\text{мин}}$ должно составлять не ниже 80 дБ для удовлетворительного приема в плотно застроенных городских районах, в то время как при менее плотной застройке оно может быть снижено на более чем 10 дБ [10]

Таким образом, при любых условиях приема (стационарный, мобильный) требуемая минимальная напряженность поля. намного превышает данные, приведённые в Рек. BS.1615. Таким образом, величины минимальной напряженности поля, представленные в Рекомендации . при работе системы DRM в реальных условиях в диапазоне СВ должны быть увеличены по крайней мере на 35–40 дБ, а в ряде случаев и больше.

. Если учесть, что эти полученные в результате экспериментов данные соответствуют напряженности на границе зоны обслуживания и соответствуют приему DRM сигналов на грани срыва , а для аналогового приема такой опасности нет, то для приема DRM сигналов необходим значительный запас мощности. Таким образом, в реальных условиях приема система DRM не обладает какими либо экономическими преимуществами перед аналоговой системой. Более того, требуемая мощность цифрового передатчика для организации DRM вещания в большинстве случаев приема будет больше аналогового.

Вероятно требуется проведение дальнейших исследований системы DRM в разных геофизических зонах для получения параметров необходимых для планирования DRM вещательной сети.

На основе полученных данных и с учетом всех видов помех, имеющих место при радиоприеме, очевидно, должна будет разработана новая редакция Рекомендаций МСЭ-Р, в которой будут приведены новые значения параметров планирования. Вполне вероятно, что исходя из конкретных климатических условий, проводимости почвы, рельефа местности будут определены требуемые значения параметров планирования, имеющие локальный характер.

Таким образом, планирование сети DRM вещания на всей территории Украины в настоящее время следует считать преждевременным. Однако целесообразно проводить тестовые испытания системы DRM в реальных условиях приема на бытовые приемники с использованием нескольких передатчиков, размещенных в разных регионах Украины.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 А. Выходец, В. Юрченко. Особенности организации цифрового DRM вещания в Украине. Телекурьер. – 2012. – № 3(75). – С. 72–75.
- 2 Final Acts of Regional Administrative LF/MF Broadcasting Conference (Regions 1 and 3). Geneve – 1975.
- 3 Синхронное радиовещание – С.С. Гейнце, Г.Я. Тимофеева, А.А. Пирогов и др. / Под ред. А.А. Пирогова. – М.: Радио и связь, 1989. – 160 с.

- 4 ITU-R Document 9C/17E. The climatic control of intensity of a field strength terrestrial wave on communication lines in an MF band, February, 2004.
- 5 Україна. Географічний атлас. 1998.
- 6 Ю.А. Чернов. Цифровое вещание до 30 МГц : Иллюзия или реальность. Часть 1 Длинные и средние волны. Светлое время суток. "Электросвязь". – 2010. – № 1. – С. 30–37.
- 7 ETSI EN 201 980 V3.1.1 (2009–08) Digital Radio Mondiale (DRM) System Specification.
- 8 ITU-R Recommendation BS.1615. "Planning parameters" for digital sound broadcasting at frequency below 30 MHz, 2003.
- 9 Аналоговое и цифровое радиовещание / [А.В. Выходец, С.Н. Ганжа, А.С. Кузнецова, А.А. Выходец] под ред. проф. А.В. Выходца.-Одесса: BMB, 2011 – 312 с.
- 10 Unal Gil and David Guerra DRM field trials – for urban coverage planning in Spain. EBU TECNICK REVIEW – 2008 № 2. – С.1–16.
- 11 ITU-R Document 3J/140-E. Brasil. Measurements of medium wave field strength in a dense urban area, November, 2010.
- 12 Ю.А. Чернов. Как внедрять DRM будем ? ИКС. – 2011. – № 3. – С.62–69.

REFERENCES

- 1 Vyhodec, A., and V. Jurchenko. "Osobennosti Organizacii Cifrovogo DRM Veshhanija v Ukraine." *Telekurier* 75.3 (2012): 72-75. Print.
- 2 Geneve. "Final Acts of Regional Administrative LF/MF Broadcasting Conference." *Regions 1 and 3* (1975): n. pag. Print.
- 3 Gejnec, S., G. Timofeeva, and A. Pirogov. "Sinchronnoe Radioveshhanie." *Radio I Svjaz'* (1987): 160. Print.
- 4 ITU-R. "The Climatic Control of Intensity of a Field Strength Terrestrial Wave on Communication Lines in an MF Band." *ITU-R Document 9C/17E* (2004): n. pag. Print.
- 5 Ukraine. "Geografichnij Atlas." (1998): n. pag. Print.
- 6 Chernov, Ju. "Cifrovoe Veshhanie Do 30 MGc : Illjuzija Ili Real'nost'. Chast' 1 Dlinnye I Srednie Volny. Svetloe Vremja Sutok." *Jelektrosvjaz* 1 (2010): 30-37. Print.
- 7 ETSI. "Digital Radio Mondiale (DRM) System Specification." ETSI EN 201 980 V3.1.1 (2009): n. pag. Print.
- 8 ITU-R. "Planning Parameters" for Digital Sound Broadcasting at Frequency below 30 MHz." Recommendation BS.1615 (2003): n. pag. Print.
- 9 Vyhodec, A., S. Ganzha, A. Kuznecova, and A. Vyhodec. "Analogovoe I Cifrovoe Radioveshhanie." Odessa: VMV (2011): 312. Print.
- 10 EBU. "Unal Gil and David Guerra DRM Field Trials – for Urban Coverage Planning in Spain." *TECNICK REVIVE - 2* (2008): 1-16. Print.
- 11 ITU-R. "Measurements of Medium Wave Field Strength in a Dense Urban Area." Document 3J/140-E (2010): n. pag. Print.
- 12 Chernov, Ju. "Kak Vnedrjat' DRM Budem ?" IKS 3 (2011): 62-69. Print.