

«НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ РАСЧЕТА ЗОНЫ
ПОКРЫТИЯ СЕТИ ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ»

Мадаминов Х.Х.

*Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада
Ал-Хоразми*

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию, проведённому в рамках практического проекта по расчету зоны покрытия сети цифрового радиовещания. В качестве примера приведен расчет зоны покрытия одной станции сети на основе теоретической методики, а также с применением программного комплекса «Mentum Planet».

Ключевые слова: Цифровое радиовещание, эффективно-излучаемая мощность, напряженность поля, поправочные коэффициенты, антенна.

Введение

В статье приведены результаты исследовательской работы, выполненной группой исследователей ТУИТ и СПбГУТ, в рамках практического проекта по определению зоны покрытия сети цифрового радиовещания (ЦРВ) в г. Ташкенте и Ташкентской области. Для решения данной задачи исследовательской группой была применена методика, предложенная учеными М.Г. Локшиным, А.А. Шуром (г. Москва) [1]. Результаты расчетов по методике были сопоставлены с результатами, полученными с использованием программного комплекса Mentum Planet.

Примененная методика расчета

Эффективно-излучаемая мощность - P_{Σ} радиопередающей станции, в главном направлении антенны определяется как

$$P_{\Sigma} = P \cdot G \cdot \eta \quad (1)$$

где P - мощность передатчика на входе фидера, кВт; G - коэффициент усиления передающей антенны по мощности относительно полуволнового вибратора и η -коэффициент полезного действия фидера.

Эффективно-излучаемую мощность часто выражают в децибелах относительно 1кВт

$$P_{\Sigma} \text{ дБкВт}, \quad (2)$$

где все величины выражены в децибелах.

Эффективно-излучаемую мощность не следует отождествлять с эквивалентной изотропно-излучаемой мощностью, которую определяют аналогично, но значение коэффициента усиления антенны берется относительно

ненаправленной (изотропной) антенны (разница значений излучаемой мощности составляет 2,15дБ) [2].

Эффективно-излучаемая мощность в децибелах относительно 1 кВт в любом направлении от передающей антенны определяется с учетом ее диаграммы направленности

$$P_{\Sigma} \frac{F(\Delta)^2 F(\varphi)^2}{\sum_{\Delta} \sum_{\varphi} F(\Delta)^2 F(\varphi)^2}, \text{ дБкВт}, \quad (3)$$

где $F(\Delta)^2$ и $F(\varphi)^2$ - значения характеристик направленности передающей антенны по мощности в вертикальной и горизонтальной плоскостях, соответственно;

Δ - угол в вертикальной плоскости между линией горизонта, проведенной через геометрический центр антенны и направлением на точку приема;

φ - угол в горизонтальной плоскости между направлением максимального излучения и направлением на точку приема.

Порядок расчета напряженности поля. На неровной местности в точках приема, удаленных на одинаковое расстояние от передающей станции, напряженность поля сигнала является случайной величиной. Она изменяется от точки к точке вследствие разного экранирующего влияния рельефа и во времени вследствие неустойчивого состояния тропосферы. По этой причине напряженность поля оценивают статистически - по процентам мест (точек) и времени приема. При этом предполагается, что рельеф местности является регулярным, т.е. отдельные неровности (холмы, горы) примерно одинаковы.

Напряженность поля на расстоянии r от передающей станции, превышаемая в L % мест приема и в T % времени

$$E(r, L, T) \geq P_{\Sigma} + E(50, 50) + F(\Delta h) + F(h_2) + \Delta E(L) + \Delta E(T), \text{ дБ}, \quad (4)$$

где P_{Σ} - эффективно-излучаемая мощность, дБкВт; $E(50, 50)$ - медианное значение напряженности поля (по 50% мест и времени при высоте подвеса приемных антенн $h_2=1$ м, $P_{\Sigma} = 1 \text{ кВт}$); $F(\Delta h)$ и $F(h_2)$ поправочные коэффициенты, учитывающие степень неровности местности и высоту подвеса приемных антенн, дБ; $\Delta E(L)$ и $\Delta E(T)$ - отклонения значений напряженности поля от медианного значения в заданных процентах мест L и времени T приема, дБ.

В таблице 1 [1] приведены значения используемой напряженности поля, принятые при планировании зон покрытия УКВ-ЧМ радиовещанием

Таблица 1.

Значения минимальной используемой напряженности поля $E_{мин}$, дБ

Местность	$f=70$ МГц		$f=104$ МГц	
	мон	сте	моно	стер
Город с высоким уровнем шумов	60	75	60	75
Город со средним уровнем шумов	56	71	54	69
Сельская местность со средним уровнем шумов	46	61	48	63

Далее выбирается ряд азимутов, часть которых проходит через направления максимального излучения антенн ЦРВ. Для каждого из этих азимутов учитывается профиль местности и график зависимости напряженности поля E от расстояния для высоты подвеса приемной антенны 10м. По значению $E = E_{мин}$ по этим графикам определяются значения радиуса зоны покрытия цифровым радиовещанием.

В расчетах, значения $\Delta E(T)$, $\Delta E(L)$ были взяты по рекомендации УзАЛИ равными нулю ($T=L=50\%$), следовательно значения σ_T и σ_L можно тоже принять равными нулю.

Расчет проводился для высоты подвеса приемной антенны $h_2 = 1,5$ м при высоте неровностей $\Delta h = 20$ м на расстояниях до 15км и при высоте неровностей $\Delta h = 50$ м на расстояниях свыше 15км.

Значения характеристик направленности антенн для различных азимутов приведены в табл.2.

Таблица 2. Значения характеристик направленности антенн

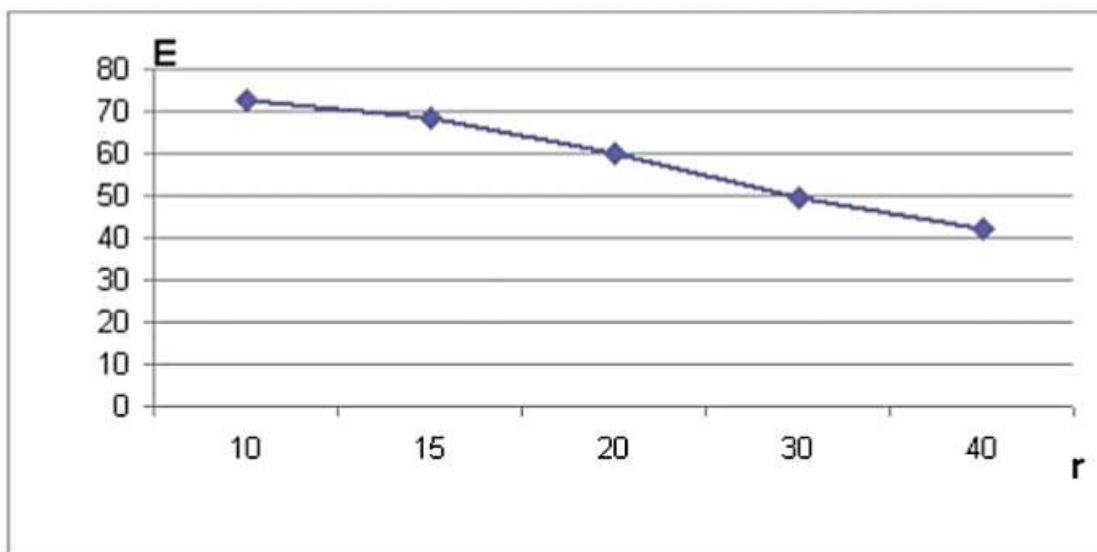
φ	$F(\varphi)$, дБ
0	-3,48
15	-1,21
30	-0,18
45	0,00
60	-0,18
75	-1,21
90	-3,48
105	-7,33
135	-3,74
165	-1,11
195	-0,09



210	0,00
225	0,00
240	0,00
255	-0,09
285	-1,11
315	-3,74
345	-7,33

Ниже, в качестве примера для азимута 135° , в табл. 3 приведены результаты расчета зависимости уровня напряженности поля от расстояния и на рис. 1. - график зависимости уровней напряженности поля от расстояния. Значения радиусов зоны обслуживания определены графически по $E(r, L, T) = E_{мин}$ дБ. Значения $E_{мин}$ в сельской местности в режимах «стерео» и «моно» соответственно равны 63 дБ и 48 дБ.

Рис.1. График зависимости напряженности поля станции ЦРВ от расстояния для азимута 135 градусов.



На рис.2 приведены границы зоны покрытия радиовещанием в режимах «стерео» (красная линия) и «моно» (синяя линия).

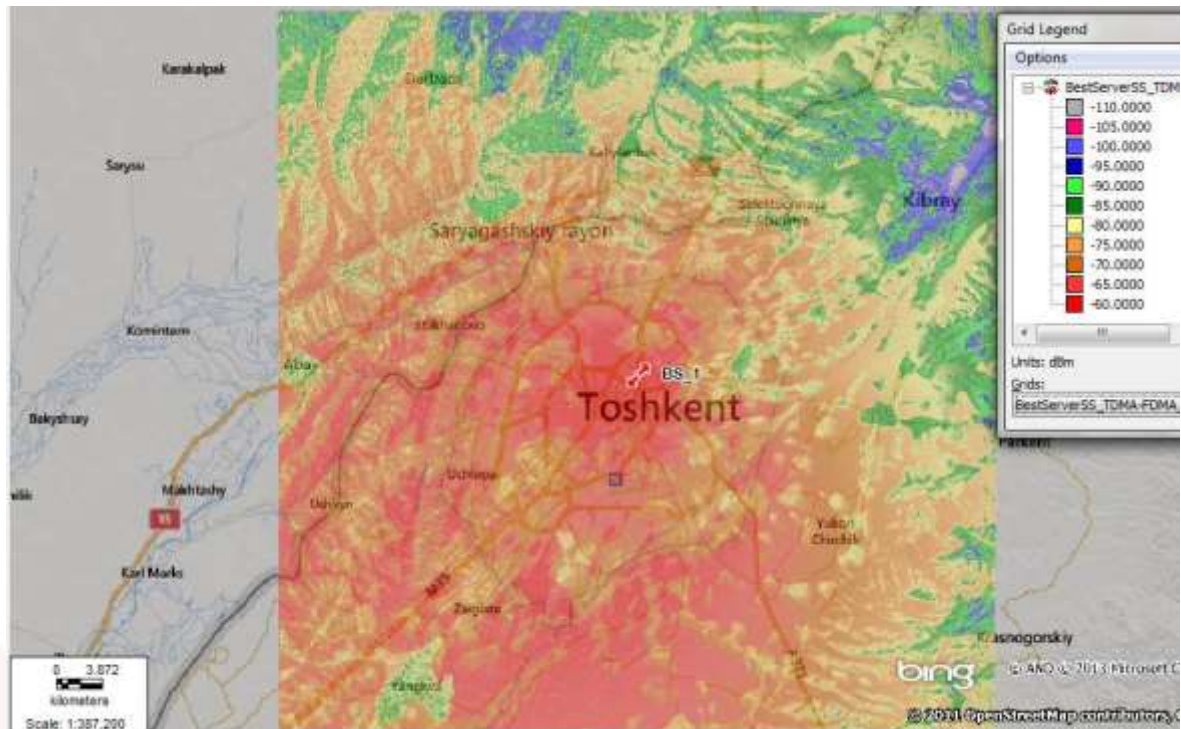


Рис.2. Границы зоны покрытия радиовещанием в режимах «стерео» (красная линия) и «моно» (синяя линия) в г. Ташкенте и Ташкентской области

Также, с помощью программного продукта Mentum Planet был проведен расчет зоны покрытия радиостанции “Classic FM”. Расчет проводился на основе уровня сигнала (RSSI) в относительных величинах (дБм) по отношению к мощности в 1 мВт.

Такой расчет является весьма информативным с точки зрения получения общей картины радиопокрытия на конкретной территории с учетом подстилающей поверхности (т.е. рельефа, морфоструктуры и застроек). Расчет выявляет зоны уверенного и неуверенного приема, а также потенциальные теневые зоны. На основе этих данных, в дальнейшем, можно провести оптимизацию параметров радиопередающей станции с целью максимизации зоны уверенного приема и/или минимизации теневых зон. На рис. 3 приведен расчет зоны обслуживания станции цифрового радиовещания на основе программы Mentum Planet.

Рис.3. Расчетная зона обслуживания станции ЦРВ на основе программы Mentum Planet.



Заключение

В заключение отметим, что расчеты по выбранной методике показали, что по всем рассчитанным точкам зона покрытия сети цифрового радиовещания на требуемой территории представляется удовлетворительной. Расчеты, проведенные с помощью программного продукта Mentum Planet, также подтверждают результаты расчетов на основе выбранной методике, и уровень сигнала по всей требуемой зоне находится на приемлемом уровне. В результате, проект был предоставлен в регулирующие органы, и в итоге были получены положительные результаты по проектированию и строительству сети цифрового радиовещания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сети телевизионного и звукового ОВЧ ЧМ вещания: Справочник/ М.Г. Локшин, А.А. Шур и др. – М.: Радио и связь, 1988.
2. Ерохин Г.А и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. - М.: Радио и связь, 1996.