

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Шобхонов Алдар Жамсоевич

магистрант

ФГОБУ ВПО «Сибирский государственный
университет телекоммуникаций и информатики»

г. Новосибирск, Новосибирская область

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИУСА ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТВ-ВЕЩАНИЯ

Аннотация: автор статьи отмечает, что при планировании сетей телевизионного наземного вещания, при строительстве новых или реконструкции действующих передающих станций возникает задача определения их оптимальных технических характеристик. Для определения оптимальных характеристик станций и координационных расстояний между станциями необходимо производить расчёт напряжённостей полей сигналов и помех.

Ключевые слова: радиотелевизионная передающая станция, телевизионное вещание, зона обслуживания, координационное расстояние.

Для определения зависимости радиуса зоны обслуживания передающей телевизионной станции и необходимого территориального разнесения двух одинаковых передающих станций без создания взаимных помех друг другу от параметров передающей станции необходимо рассчитать напряженность полей сигнала и помехи, для которых на границе зоны вещания должны выполняться два условия:

$$\begin{cases} E_c = E_{\text{мин}}, \\ E_c - E_{\text{п}} = A_3, \end{cases} \quad (1)$$

где $E_{\text{мин}}$, дБ(мкВ/м) – минимальная напряженность поля сигнала на входе приемника; E_c , $E_{\text{п}}$, дБ(мкВ/м) – напряженности полей сигнала и помехи в рассматриваемой точке; A_3 , (дБ) – требуемое защитное отношение сигнала к помехе на границе зоны обслуживания.

Для нахождения напряженность поля в точке $E(R)$ на расстоянии R от передающей станции определяется выражением:

$$E(L, T, R) = E_0(R) + V(50, R) + DE(L) + DE(T) \quad (2)$$

где $E_0(R)$ – напряжённость поля в свободном пространстве, дБ(мкВ/м); – медианное значение множителя ослабления поля свободного пространства, дБ; $DE(L), DE(T)$ – отклонение значения напряжённости поля от медианного значения в заданном проценте мест и времени, соответственно, дБ.

Используем кривую зависимость медианного значения напряжённости поля от расстояния в условиях суша, равнинно-холмистая местность (600 МГц, 50% мест, 10% и 1% времени при $P_{изл} = 1$ кВт) и методику определения напряжённости поля и формулы (1) и (2) для определения зависимости радиуса зоны обслуживания передающей вещательной станции и необходимого территориального разнеса двух одинаковых передающих станций без создания взаимных помех друг другу от параметров передающей станции. На рисунке 1 представлены радиус зоны обслуживания R_3 полезной передающей станции $\Pi_{пол}$ и расстояние d от мешающей передающей станции $\Pi_{меш}$ до границы зоны обслуживания полезной передающей станции.

На границе [1] зоны обслуживания полезной передающей станции должны быть выполнены оба условия в выражении (1). При расчетах напряженности поля мешающего сигнала действие приемной антенны учитывается его ослаблением ΔS в соответствующем частотном диапазоне за счет меньшего значения коэффициента усиления антенны в диапазоне углов от 60 до 1800, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Защищённость приёмной антенны

f, МГц	200	500	800
ΔS , дБ	8	12	16

Радиоволны I ÷ V диапазонов [2], распространяются в пределах прямой видимости $R_{\text{пр}}$, поэтому радиус зоны обслуживания ограничивается именно этим расстоянием. Это объясняется тем, что за радиогоризонтом, при $R > R_{\text{пр}}$ довольно резко понижается качество приема вследствие заметного уменьшения напряженности поля сигнала, который получается в точке приема из-за отражения радиоволн от тропосферы.

Поэтому радиус [3] зоны обслуживания R_3 передающей вещательной станции предложено принять равным расстоянию прямой видимости $R_{\text{пр}} = R_3$

Расстояние прямой видимости с учётом рефракции радиоволн рассчитывается по формуле

$$R_{\text{пр}} \approx 4,12 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \text{ км}, \quad (3)$$

где h_1 и h_2 – подставляется в м.

Передающая станция должна иметь такую необходимую излучаемую мощность $P_{\Sigma_{\text{необх}}}$, которая обеспечивает минимальную напряжённость поля на расстоянии прямой видимости

$$E_c(h_1, R_{\text{пр}}, f) = E_{\text{мин}} = E_c(50, 50, h_1, R_{\text{пр}}, f) + P_{\Sigma_{\text{необх}}}, \quad (4)$$

где f – частота, МГц; $E_c(50, 50, h_1, R_{\text{пр}}, f)$ – напряжённость поля сигнала дБмкВ/м.

Из формулы (4) можно определить необходимую излучаемую мощность передающей станции, при которой обеспечивается минимальная напряжённость поля на границе зоны обслуживания.

$$P_{\Sigma_{\text{необх}}} = E_{\text{мин}} - E_c(50, 50, h_1, R_{\text{пр}}, f). \quad (5)$$

В соответствии [5] с рисунком 1 и выражением (4) можно определить координационное расстояние $R_k = R_3 + d$, на которое необходимо разнести полезную и мешающую станции, чтобы зона обслуживания полезной передающей станции не изменилась при воздействии помехи

$$E_{\text{пом}}(h_1, d, f) = E_{\text{мин}} - A_3 - \Delta S, \quad (6)$$

где A_3 , (дБ) – требуемое защитное отношение сигнала к помехе на границе зоны вещания, дБ; ΔS – защищённость приёмной антенны, дБ.

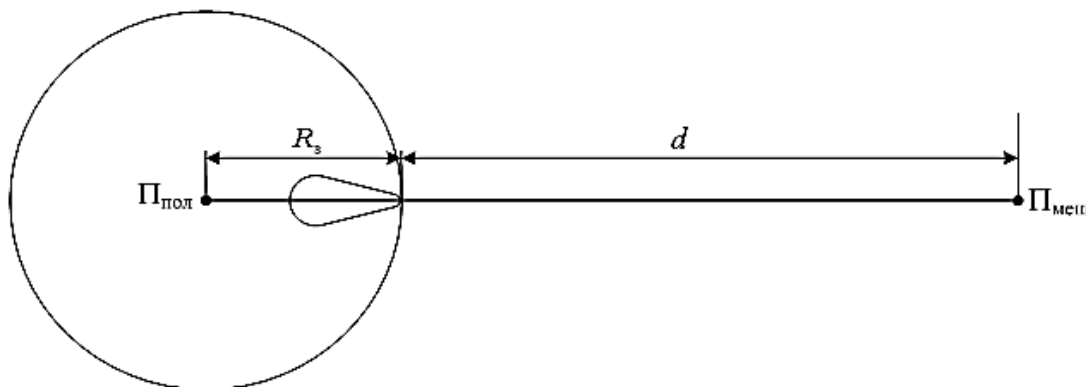


Рис. 1. Определение зоны обслуживания и координационного расстояния двух передающих станций

Напряжённость поля мешающего сигнала можно определить из выражения

$$E_{\text{пом}}(h_1, d, ID) = E_{\text{пом}}(50, T, h_1, d, f) + P_{\Sigma\text{пом}}, \quad (7)$$

где $E_{\text{пом}}(50, T, h_1, d, f)$ – напряжённость поля дБ(мкВ/м), определяемая для процента времени $T = 10\%$ или 1% .

С учётом (6) и (7) выражение [4] для определения расстояния d от границы зоны обслуживания полезного передатчика до местоположения мешающего передатчика можно записать:

$$E_{\text{пом}}(50, T, h_1, d, f) = E_{\text{мин}} - A_3 - \Delta S - P_{\Sigma\text{пом}}. \quad (8)$$

Расчёты будем проводить для одинаковых технических параметров полезной и мешающей станций и пяти значений высот подвеса передающих антенн $h_1 = 20, 37,5, 75, 150$ и 300 м соответствующих их стандартным значениям для кривых распространения. При этом высоту подвеса приёмной антенны примем, равной $h_2 = 10$ м.

В таблице 1, на рисунках 2, 3, рассчитанные по формулам (1 ÷ 8) радиусы зон обслуживания R_3 , необходимые излучаемые мощности и координационные расстояния R_k между двумя аналоговыми ТВ передающими станциями, имеющими одинаковые технические параметры. При этом: защитное отношение определялось при $СНЧ = (6/12) f_{стр} A_T = 27$ дБ; процент времени действия помехи = 1% для пятого диапазона. Необходимо отметить, что расчёты проведены при радиусе зоны обслуживания равном расстоянию прямой видимости.

Зона обслуживания и минимальное расстояние разнесения, станций, работающих на том же частотном канале, для цифровых станций могут быть рассчитаны, так же, как и для аналоговых станций на основе формулы (1). Основные отличия будут заключаться в том, что планирование цифрового вещания ведется по проценту мест отличному от 50%, а влияние помех оценивается только для 1% времени, а не для 1% и 10% – как это принято в аналоговом вещании.

На рисунках 1, 2 рассчитанные по формулам (1) ÷ (8), радиусы зон обслуживания R_3 , необходимая излучаемая мощность передатчика $P_{\Sigma_{необх}}$ и координационные расстояния R_k между двумя цифровыми ТВ передающими станциями, имеющими одинаковые технические параметры. При этом: защитное отношение определялось для позиционности модуляции 64-КАМ при скорости внутреннего кода $R_{ci} = 5/6 A_3 = 20$ дБ; процент времени действия помехи $T = 1\%$.

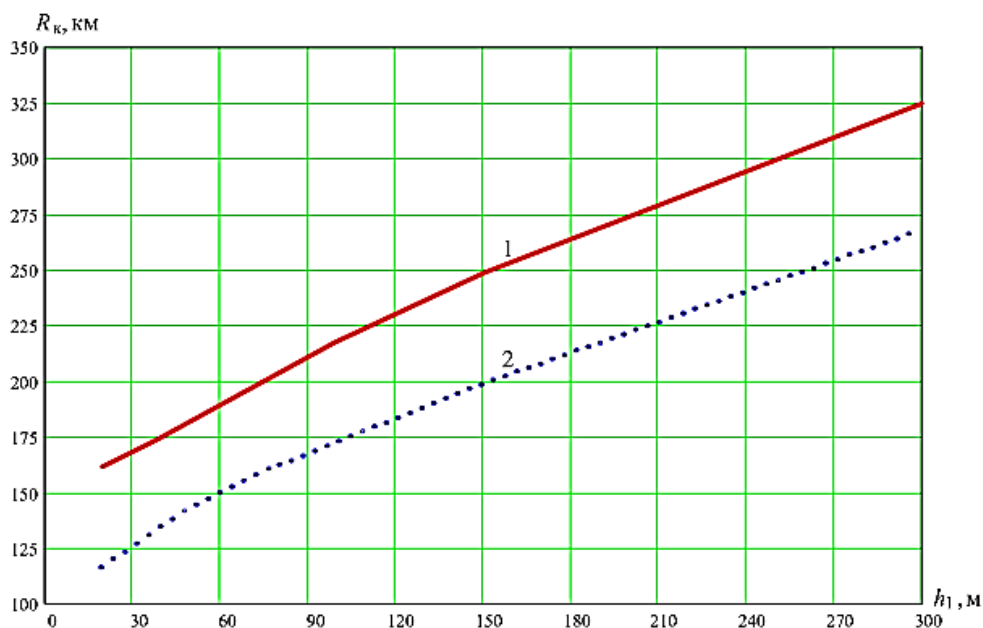


Рис. 2. Сравнение координационных расстояний для аналоговых (1) и цифровых (2) передающих станций

Сравнение результатов расчётов, проведённых для аналогового и цифрового телевизионного вещания показывает, что при переходе на цифровое телевизионное вещание, при обеспечении на границе зоны обслуживания требуемого качества приёма и сохранении неизменной зоны обслуживания передатчика, мощность передатчика может быть уменьшена в 12,6 раза (11 дБ). Так, если при аналоговом вещании использовался передатчик мощностью 20 кВт, то при переходе на цифровое вещание потребуется передатчик мощностью 1,5 кВт.

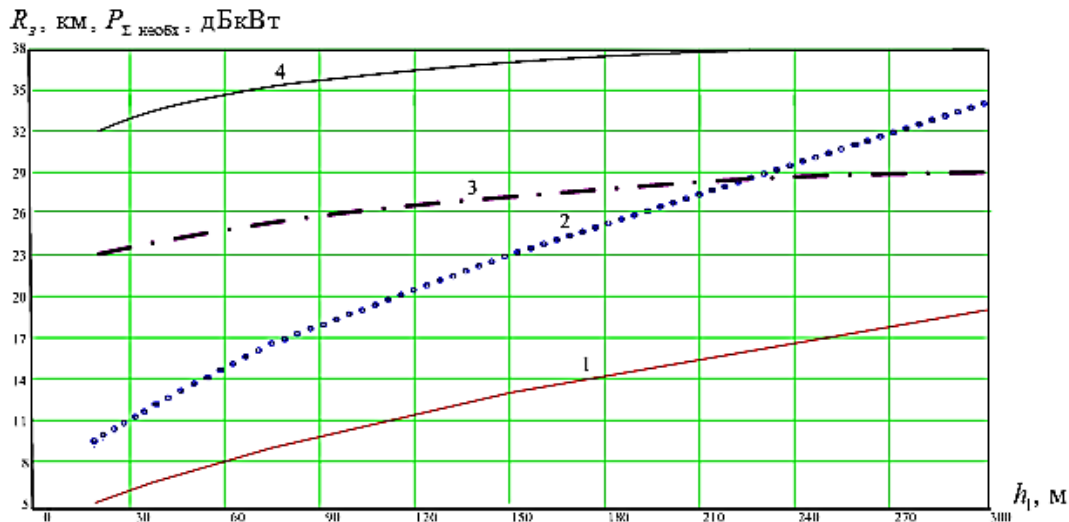


Рис. 3. Зависимость радиуса зоны обслуживания и необходимой излучаемой мощности передающей станции для аналогового и цифрового ТВ вещания для обеспечения $E_{мин}$ на границе зоны вещания

Список литературы

1. ГОСТ Р. Телевидение вещательное цифровое. Планирование наземных сетей цифрового телевизионного вещания. Технические основы. (Проект). – М., 2009. – 129 с.
2. Носов В.И., Штанюк Л.А. Автоматизированная система расчета зон обслуживания вещательных передатчиков с использованием географической информационной системы / В.И. Носов, Л.А. Штанюк // Инфосфера. – 2007. – №34.
3. Справочник по радиорелейной связи / Под ред. С.В. Бородича. – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.
4. Шур А.А., Калинин Ю.М. Некоторые особенности распространения дециметровых волн в сети ТВ вещания / А.А. Шур, Ю.М. Калинин // Электросвязь. – 1979. – №10. – С. 41–45.
5. Tables of distribution of the international union of telecommunication, a temperate climate, a land, area 1. – Женева, 2003. – 16 с.