

УЧЁТ ЗАТУХАНИЯ РАДИОВОЛН В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДАЛЬНОСТИ РАДИОСВЯЗИ ПОЖАРНО- СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

**Закора А.В., к.т.н., доцент,
Селеенко Е.Е., Фещенко А.Б., к.т.н., доцент,
Национальный университет гражданской защиты, г.Харьков**

Одной из важных задач, решаемых в процессе организации радиосвязи в системе оповещения пожарно-спасательной службы Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС), является определение потенциальной дальности радиосвязи на ультракоротких волнах (УКВ) между подразделениями спасателей в тех или иных условиях. Решение данной задачи требует учета множества факторов, влияющих на дальность распространения УКВ, таких как влияние рельефа местности и кривизны земной поверхности, затухание радиоволн в процессе распространения и поглощения в атмосфере и др.

В наше время известно множество отечественных и зарубежных исследований и методик, позволяющих решить задачу прогнозирования потерь на трассе распространения радиоволн (РРВ) с той или иной степенью достоверности. Однако наибольший, по-видимому, интерес в данной области представляют соответствующие наработки авторитетного международного органа - Международного союза электросвязи (МСЭ).

Применительно к диапазонам, используемым МЧС Украины для организации радиосвязи спасателей, представляет интерес Рекомендация ITU-R P.1546 "Метод прогнозирования передач для наземных служб в диапазоне частот 30 МГц - 3000 МГц" (далее – Рекомендация) [1].

Рекомендация обеспечивает учёт энергетических параметров и характеристик приемо-передающих устройств и позволяет прогнозировать величину напряжённости электромагнитного поля (ЭМП), создаваемой

передатчиком мощностью 1 кВт эквивалентной излучаемой мощности в районе приёмной антенны. В основе прогнозирования лежат графики (кривые), учитывающие зависимость напряжённости поля от факторов, определяющих характер РРВ. Графики основаны на статистическом анализе экспериментальных данных и учитывают результаты многолетних наблюдений закономерностей РРВ в различных регионах земного шара. Кривые отражают результаты измерений, большей частью относящихся к климатическим условиям умеренных регионов, содержащих холодные и теплые моря. Кривые дают статистические оценки значений напряженности поля на средних частотах 100, 600 и 2000 МГц, действительные для диапазонов частот (30 – 300), (300 – 1000) и (1000 – 3000) МГц соответственно. Графики изображают значения напряженности поля в зависимости от дистанции связи при определенных условиях:

- создаются отдельные прогнозы для сухопутных и морских трасс РРВ;

- обеспечивается превышение прогнозируемого значения напряженности в 50% мест в пределах области 200 на 200 м в течение 1, 10 или 50% времени;

- для заданной эффективной высоты передающей/базовой антенны h_1 , которая определяется как высота антенны над средней высотой местности на интервале дальностей от 3 до 15 км в направлении на приемную/мобильную антенну. Напряженности поля даны для значений h_1 от 10 до 1200 м;

- для заданной высоты приемной/мобильной антенны h_2 , которая приравнивается "характерному" значению средней высоты поверхности земли в районе расположения приёмной антенны. Минимальное значение характерной высоты - 10 м.

Конечно, параметры данных графики кривых охватывают не все практически важные случаи проведения расчётов. Для уточнения результатов расчётов в зависимости от тех или иных факторов Рекомендацией предусмотрены ряд поправок:

- интерполяция или экстраполяция значения напряженности поля, как функции частоты (для частот, отличных от 100, 600 и 2000 МГц);

- интерполяция значения напряженности поля, как функции процента времени приёма;

- интерполяция значения напряженности поля, как функции процента расположения;

- интерполяции или экстраполяция значения напряженности поля, как функции значений высоты h_1 (для значений высот h_1 , отличных от заданных значений);

- коррекция значения напряженности поля, соответствующая значениям высоты приемной/мобильной антенны, отличным от характерного значения средней высоты антенны над землей h_2 ;

- повышение точности прогнозирования напряженности путём учета угла закрытия местности (поправка на угол закрытия) и др.

Кривые имеют верхние ограничения по возможному значению напряженности поля, соответствующие значениям напряженности ЭМП в свободном пространстве (прямая линия на графике).

Следует отметить, что графики не учитывают, тем не менее, ряд существенных параметров приёмо-передатчиков, влияющих на дальность радиосвязи, таких, как реальное ослабление сигналов в фидерных трактах и усиление сигналов антеннами. Учёт этих факторов производится отдельно в процессе расчёта дальности, который, в свою очередь, может быть осуществлён на основе известного в радиотехнике соотношения для действующего значения напряжённости поля в районе приёмной антенны:

$$E_{\text{ПРМ_Д,дБ/мкВ/м}} = E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}} + V_{\text{М,дБ}} - V_{\text{осл,дБ}} - \eta_{\text{Т,дБ}} - \eta_{\text{Р,дБ}} + G_{\text{Т,дБ}} + G_{\text{Р,дБ}} - 3, \quad (1)$$

где $E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}}$ - напряжённость поля, создаваемого передатчиком с э.и.м. 1000 Вт (30 дБ/Вт) на заданном удалении D от антенны передатчика, дБ/мкВ/м; амплитудное значение; определяется по графику;

$V_{\text{М,дБ}}$ - коэффициент, который показывает, на сколько дБ мощность передатчика в дБ/Вт $P_{\text{Г,дБ/Вт}}$ превышает значение э.и.м. 30 дБ/Вт, для которого составлены графики значений $E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}}$. Для учета данного коэффициента используются специальные графики;

$V_{\text{осл,дБ}} > 0$ - коэффициент ослабления напряжённости рельефом местности, дБ;

$\eta_{\text{Т,дБ}} > 0$, $\eta_{\text{Р,дБ}} > 0$ - соответственно коэффициенты ослабления (потерь) сигнала в фидерах передатчика и приёмника по напряжению, дБ;

$G_{\text{Т,дБ}} > 0$, $G_{\text{Р,дБ}} > 0$ - коэффициенты усиления по напряжению диаграмм направленности антенн передатчика и приёмника соответственно, дБ.

Задаваясь пороговой величиной напряжённости поля $E_{\text{min_Д,дБ/мкВ/м}}$, обеспечивающей нормальное функционирование радиоприёмника, из (1) получим выражение для расчёта эталонного значения напряжённости в соответствующих условиях обеспечения радиосвязи:

$$E_{\text{ГрА,дБ/мкВ/м}} = E_{\text{min_Д,дБ/мкВ/м}} - V_{\text{М,дБ}} + V_{\text{осл,дБ}} + \eta_{\text{Т,дБ}} + \eta_{\text{Р,дБ}} - G_{\text{Т,дБ}} - G_{\text{Р,дБ}} + 3. \quad (2)$$

Методика определения дальности включает три этапа:

- на первом, на основании исходных данных – параметров приёмо-передатчиков и трассы РРВ из выражения (2) рассчитывается эталонное значение напряжённости поля для соответствующих условий обеспечения радиосвязи;

- на втором, по графикам для соответствующего диапазона частот и высот антенн определяется максимальная дистанция радиосвязи.

- повышение точности оценок дальности за счёт поправок и корректировок.

Предлагаемая методика расчёта дальности УКВ радиосвязи системе оповещения пожарно-спасательной службы МЧС может быть использована как при проведении ручных расчётов, так и для программной автоматизации на основе ПЭВМ процессов, требующих расчёта дальности радиосвязи.

Список литературы

1. Recommendation ITU-R P.1546. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz.