

#### Список использованных источников

1. Самсонов, А.С. Контроль целостности токопроводящего покрытия топливных баков летательных аппаратов/А.С. Самсонов, Б.В.Скворцов// Авиакосмическое приборостроение, 2015, № 9, С.34–40.

2. Пат. 2504730 Российская Федерация, МПК G01B7/02 Способ контроля целостности токопроводящего покрытия на диэлектрическом материале/Самсонов А.С., Никонов А.И., Прокофьев В.В., Филатов А.Н., Помельников Р.А.; патентообладатели ФГУП "ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», ФГБОУ ВПО «СамГТУ»–№ 2012130998/28; заявл. 19.07.2012; опубл. 20.01.2014 бюл. №2, 20.01.2014 г.

УДК 621.371.3

### **АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОТРАЖЕНИИ РАДИОВОЛН ОТ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ, ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ**

Э.Ф. Абдрахимова, И.Н. Абрамкин  
г. Самара, Филиал ФГУП НИИР – СОНИИР

В настоящее время существует ряд математических моделей, позволяющих рассчитать усредненное значение принимаемой в городских условиях мощности в зависимости от различных параметров, характеризующих конкретные условия мобильной связи [1]. Далее произведем расчет потерь сигнала от базовой станции (БС) до абонентской станции (АС) на основе статистических моделей: Кся-Бертони, Окамура-Хаты, Уолфиша-Икегами и Ли. Статистические модели базируются на результатах экспериментальных исследований напряженности электромагнитного поля, поэтому они часто называются экспериментальными моделями. Исторически первой была модель Окамура-Хаты, полученная в итоге многолетних измерений поля в Токио. Модель основана на аналитической аппроксимации результатов практических измерений. В рамках этой модели потери  $L$  для случая квазиплоского города рассчитывается следующим образом:

$$L = 69.55 + 26.16 \lg f - 13.82 \lg h_B + k(44.9 - 6.55 \lg h_B) \lg R - a(h_M), \quad (1)$$

где  $h_B$  – эффективная высота установки антенны БС в диапазоне (30÷200) м;  $R$  – расстояние от БС (базовая станция) до АС (абонентская станция) в диапазоне (1÷10) км;  $f$  – частота излучения БС, МГц;  $k$  – поправочный коэффициент, учитывающий протяженность трассы;  $a(h_M)$  – поправочный коэффициент, зависящий от высоты мобильной антенны

$h_M$  и для большого города при  $f > 400$  МГц, определяемый как

$$a(h_M) = 3.2(\lg 11.75h_M)^2 - 4.97$$

Для сравнения рассчитаем потери по статистической модели Кся–Бертони. Модель Кся–Бертони позволяет учесть ряд дополнительных параметров и тем самым обеспечить большую точность расчета. Она построена на основе уравнений волновой оптики и рассматривает различные механизмы распространения радиоволн в условиях городской застройки. Модель позволяет оценить средний уровень потерь и в тех случаях, когда антенна БС расположена на уровне крыш или ниже уровня крыш. Недостатком модели являются ограничения по дальности (несколько сотен метров) и по условиям применения.

Модель Уолфиша-Икегами использует ряд положений двух предыдущих моделей и определяет медианные потери по соотношению  $L_0 = L_1 + L_2 + L_3$ , где  $L_1 = 32,4 + 20 \lg(Rf)$  – потери при распространении в свободном пространстве;  $L_2 = -16,9 - 10 \lg(\omega) + 10 \lg(f(h_{d1} - h_m)) + L_P$  – потери за счет отражений от зданий;  $\omega = 10 \div 15$  м – ширина улицы;  $L_P$  – потери, обусловленные ориентацией улиц относительно направления прихода сигнала

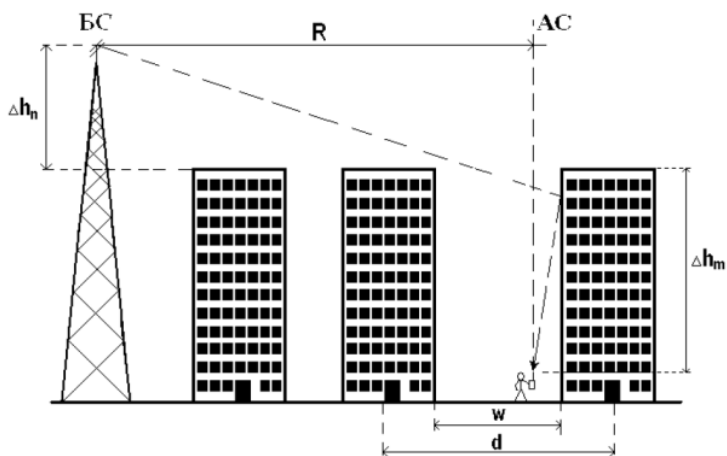


Рисунок 1 – Антенна, расположенная выше уровня крыш

Недостатком модели является то, что в ней фигурирует только средняя высота зданий, и в зависимости от реальных высот потери будут отличаться от прогнозируемых.

Для подобных расчетов большой практический интерес представляет также статистическая модель Ли, состоящая из двух частей. Первая часть используется для предсказания потерь при распространении радиоволн над относительно плоской поверхностью, без принятия во внимание территориальных особенностей. Если условие прямой видимости не удовлетворяется, то моделируется дифракция радиоволн на препятствиях вдоль пути распространения сигнала.

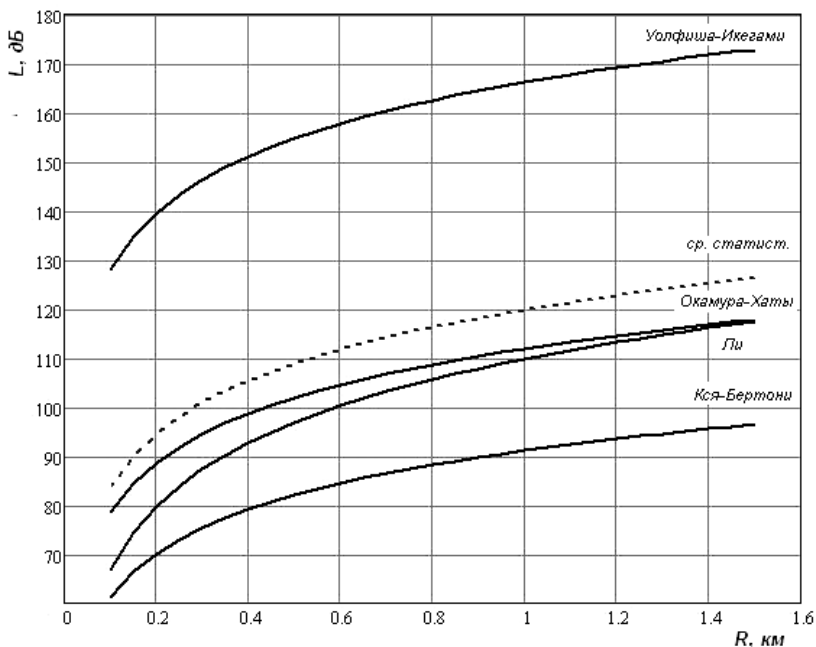


Рисунок 2 – Кривые зависимости потерь  $L$  от расстояния  $R$  для моделей Кся–Бертони, Окамура–Хаты, Уолфиша–Икегами, Ли

#### Список использованных источников

1. Калинин А.И., Черенкова Е.Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний.- М.: Связь, 1971. – 440 с.