

**Міністерство освіти і науки України
Державний університет телекомунікацій**

Затверджую
Декан факультету ТК

Н.В. Коршун
2015 року

„ ”

Затверджено на засіданні ради факультету ТК
протокол

№ ___ від “ ___ ” _____ 2015 р.

ФОНД КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ

з дисципліни „Системи та мережі зв’язку з рухомими об’єктами”
напряму підготовки:

6. 050901 Радіотехніка

освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр

Модуль 1

Задача №1. При расчетах возможного затухания радиоволн на шероховатой поверхности основными параметрами, определяющими точность результатов, являются степень шероховатости поверхности и длина волны излучаемого сигнала.

На рис 1.1 изображена типичная ситуация, соответствующая рассматриваемому случаю. Будем считать, что максимальный перепад высот на поверхности отражения составляет 7,5м, а длина волны излучаемого сигнала $\lambda = 0,348$ м (850 МГц). При этих условиях необходимо определить :

1. Чему равен угол скольжения θ падающей волны?
2. Зная угол θ , определить минимальное значение S , при котором будут существовать две отраженные волны.

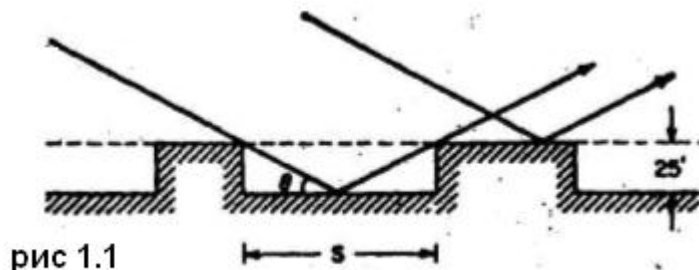


рис 1.1

3. Если действительное значение S окажется меньше, чем то, которое было определено в п. 2, какой следует назвать поверхность: гладкой или шероховатой?

Решение.

1. Угол скольжения падающей волны для гладкой поверхности можно вычислить по критерию Рэля

$$\theta < \theta_R = \lambda/8h_R = 0,348/8 \cdot 7,5 = 0,0058 \text{ рад} = 0,332^\circ \quad (1.1)$$

2. Зная угол скольжения $\theta < 0,332^\circ$, можно определить минимальное значение S :

$$S = 2h/\text{tg } \theta = 2 \cdot 7,5/0,0058 = 2586 \text{ м.} \quad (1.2)$$

3. Если действительное значение S меньше вычисленного в (1.2) то одна из отраженных волн перекрывается соответствующей неровностью, и поверхность можно будет рассматривать как гладкую.

Задача 2. Усиления сигнала можно добиться благодаря изменению высоты установки антенны. Предположим, что принимаемый сигнал имеет уровень 110дБм, а высота установки антенны базовой станции $h_1 = 30$ м (рис. 2.1). Необходимо определять, насколько необходимо увеличить высоту установки этой антенны, чтобы получить дополнительное усиление в 10 дБ?

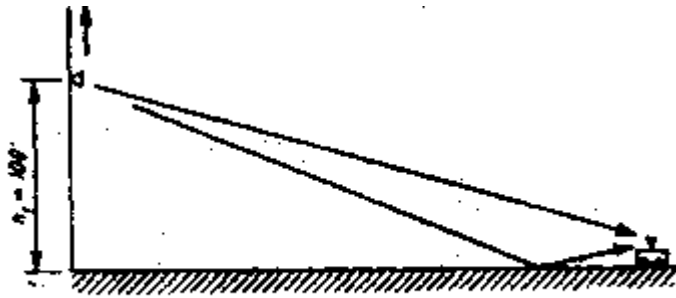


рис 2.1

Решение. Для получения усиления в 10 дБ высота установки антенны базовой станции должна быть увеличена на 64,8 м. Следовательно, общая высота антенны будет 94,8 м. Это значение было получено так:

(2.1)

$$\frac{P_r'}{P_r} = \frac{P_0 \cdot (h_1' \cdot h_2 / d^2)^2}{P_0 \cdot (h_1 \cdot h_2 / d^2)^2} = \frac{h_1'^2}{h_1^2}$$

$$10 \log (P_r' / P_r) = 20 \log (h_1' / h_1), \quad (2.2)$$

где h_1 — новая высота антенны; $10 \log (P_r' / P_r) = 1.0$ дБ; $h_1 = 30$ м.

Тогда уравнение (2.1) примет вид:

$$10 = 20 \log (h_1' / 30); \quad h_1' = 30 \cdot 10^{0.5} = 94,8$$

Следовательно, высота, на которую необходимо приподнять антенну,
 $\Delta h = 94,8 - 30 = 64,8$ м.

Задача 3. Для заданного рельефа поверхности (рис. 3.1.а) определить потери распространения при условии, что высота антенны базовой станции 45м. ее коэффициент усиления 6 дБ по отношению к дипольной антенне (подвижного объекта) ПО, мощность передатчика 40 дБм, высота установки антенны на ПО 3 м.

Решение. Поскольку высота антенны базовой станции 45м, то для точки приема, удаленной на 1.6 км, напряженность поля принимаемого сигнала минус $61,7 + 20 \log(45/30)$. Наклон графика потерь распространения, как и для 30-метровой антенны, составляет 38,4 дБ/декада.

Минимальное расстояние R_{min} , на котором может возникнуть вторая отраженная волна (рис 3,1,б) может быть определено из

$$R_{min} \approx h_2 \frac{(3-1584)}{h_1 + H} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 1584}{105} = 127,65 \text{ м.}$$

Теоретически на расстоянии, большем R_{min} , сигнал, принимаемый на ПО, может усилиться, поскольку для второй отраженной волны дополнительное усиление $20 \log (350/150) = 7,35$ дБ.

Важно отметить, что дополнительное усиление может возникнуть в 4,8-километровой переходной зоне (рис 3,1,в), в которой затухание уменьшается поскольку энергия отраженной волны 1 перераспределяется с энергией отраженной волны 2 (рис 3,1,а)

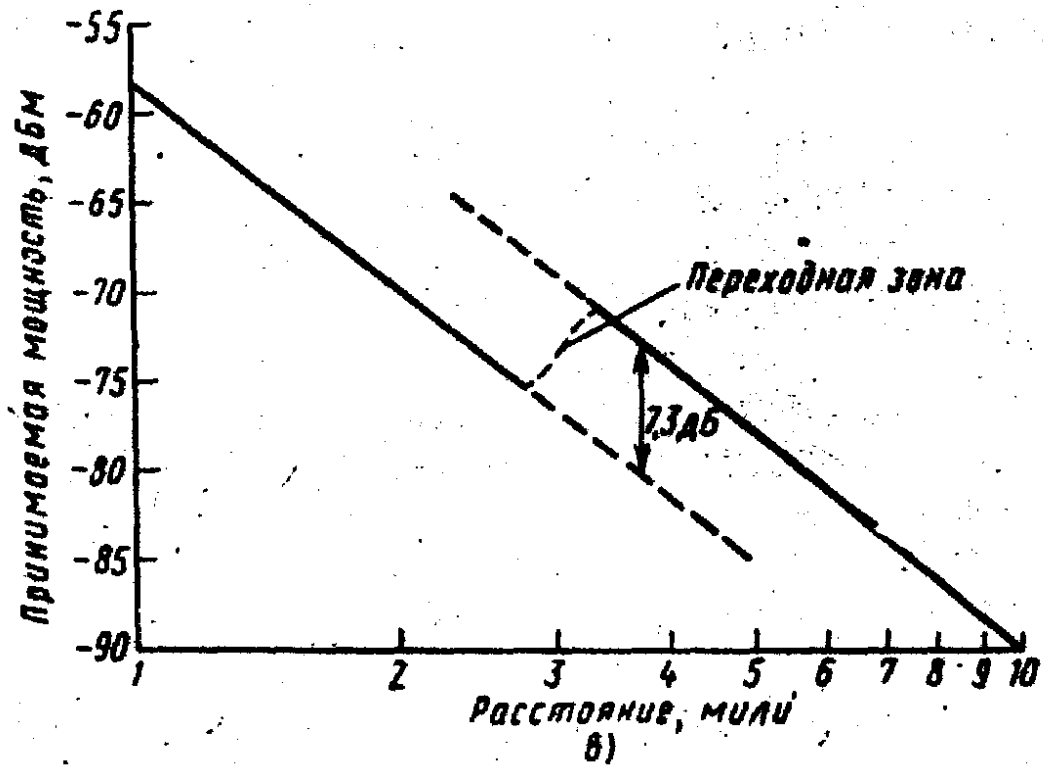
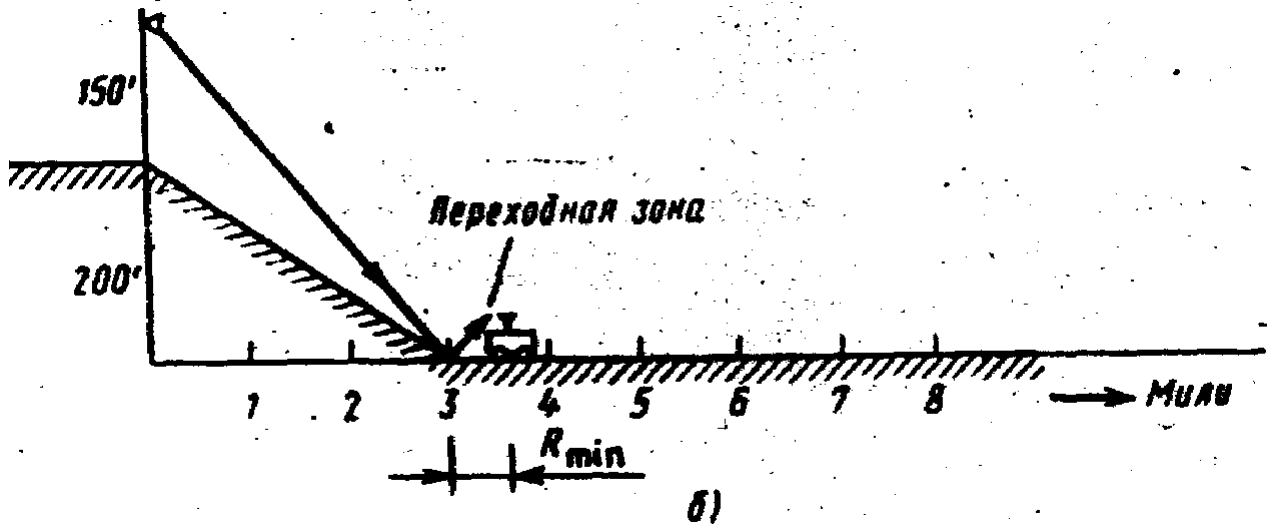
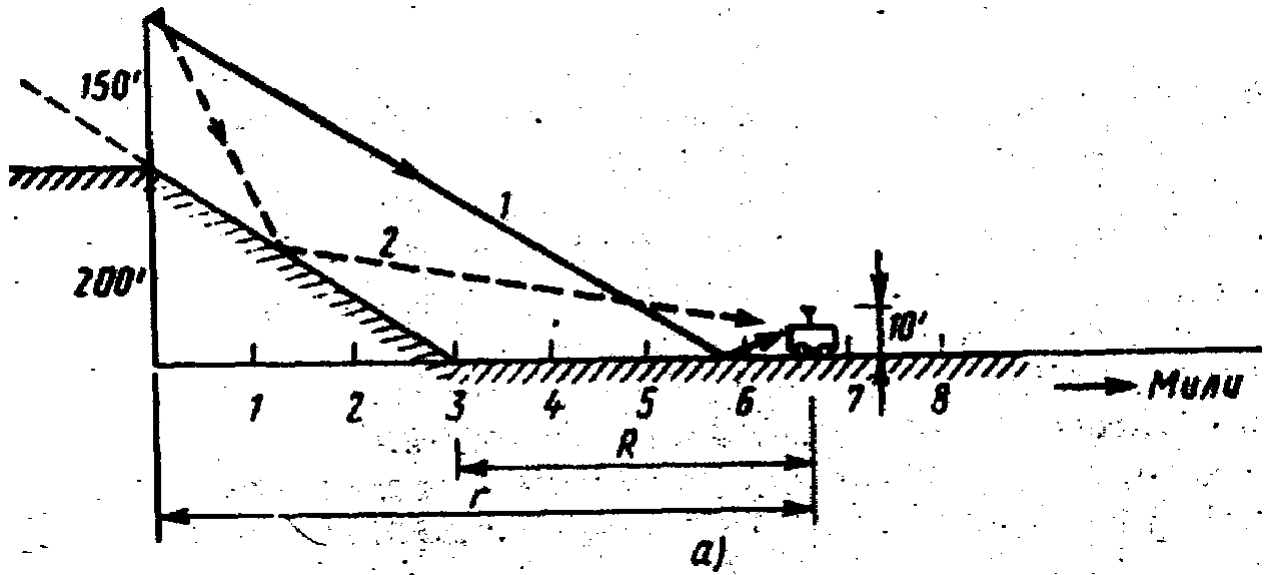


Рис.3.1. Модель для определения потерь распространения над поверхностью.

Задача 4. На рис.4.1 приведён пример расчёта дифракционных потерь при наличии холма на трассе распространения длиной 6,4 км. Высота установки антенны базовой станции – 30м, а антенны ПО – 3м. На основании данных, приведенных на этом рисунке, определить потери, возникающие в результате дифракции сигнала на частоте 850 МГц.

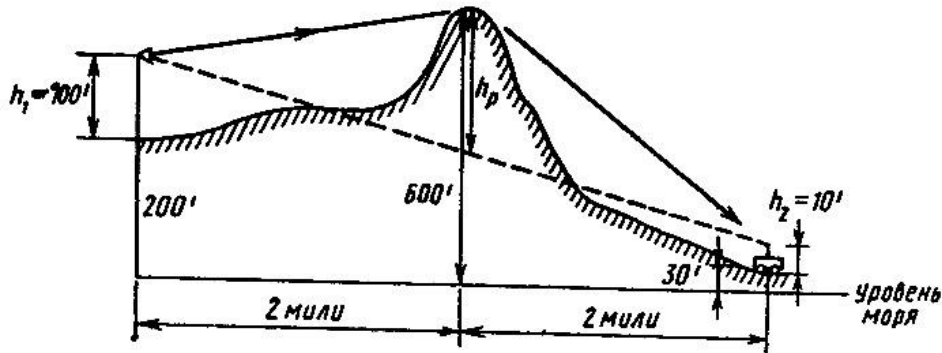


Рис.4.1. Модель для определения дифракционных потерь на клиновидной вершине

Решение. Из анализа рис.4.1 следует, что $h_p = 130$ м, тогда, используя (4.1), получим:

$$v = -h_p \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} \quad (4.1)$$

$$v = -430 \sqrt{\frac{2}{1,157} \cdot 2 \left(\frac{1}{10,560} \right)} = -7,78, \quad (4.2)$$

а искомое затухание в результате дифракции определим из (4.3):

$$\alpha_r = 20 \log \left(-\frac{0,225}{v} \right), v < -2,4 \quad (4.3)$$

$$\alpha_r = 20 \log \left(-\frac{0,225}{-7,78} \right) = -30,77 \text{ дБ}. \quad (4.4)$$

Задача 5. На рис.5.1 изображён случай, когда высота установки базовой антенны 60м, а антенны ПО – 3м. Расстояние между антеннами 12км. На трассе распространения находится препятствие высотой 45м. Наличие этого препятствия обуславливает возникновение дифракционных потерь, равных 15дБ. Сигнал передаётся на частоте 850МГц. Определить расстояние от препятствия до базовой антенны.

Рис.5.1. Модель для определения расстояния, соответствующего дифракционным потерям 15дБ.

Решение. В соответствии с теоретическими графиками потери, равные 15дБ, эквивалентны $v = -1,15$. Тогда

$$v = h_p \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} = -h_p \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{42,240 - r_1} \right)}. \quad (5.1)$$

Величины r_1 и h_p определяются из соотношений

$$(40 - h_p) \sqrt{r_1} \approx 0,004498; \quad (5.2)$$

$$(5.3)$$

$$1,15 = h_p \sqrt{\frac{2}{1,157} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{42,240 - r_1} \right)}.$$

В результате получаем $h_p = 25\text{м}$ и $r_1 = 3,8\text{м}$.

Задача 6. На основании данных рис.5.1 определить методом Пиквинарда затухание сигнала, излучаемого на частоте 850 МГц.

Рис.5.1. Модель к задаче 6

Решение. Для определения дифракционных потерь, обусловленных наличием первого препятствия, необходимо прежде определить соответствующее значение v :

$$v = -h_{p1} \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} = -2,56. \quad (6.1)$$

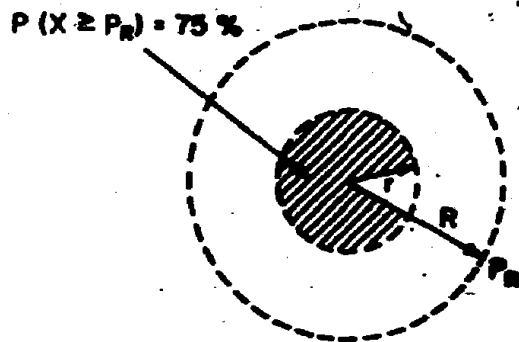
Далее, используя данные, приведенные графиками, получим $b_1 = 21,1\text{дБ}$.
Для второго препятствия

$$v' = -h_{p2} \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{r'_1} + \frac{1}{r'_2} \right)} = -1,219, \quad (6.2)$$

$$\alpha_2 = 14,7 \text{ дБ}.$$

Таким образом, суммарное затухание $b_1 + b_2 = 35,9\text{дБ}$.

Задача 7. На рис. 7.1 приведены данные для зоны связи радиусом 12,8 км. Определить радиус зоны, в которой 75% значений сигнала будет превышать P_R



Модель для определения зоны обслуживания, в которой заданный процент значений уровней сигнала превышает P_R .

Решение. Пусть

$$\gamma = 38,4 \text{ дБ/декада}, \quad \sigma = 8 \text{ дБ}.$$

Тогда

$$r = 0,72R = 9,21.$$

Следовательно, радиус зоны, в которой 75 % значений сигнала будут превышать PR, составляет 9,21 км.