

1.1.

( ) ( ) ( ) ( )  
( ) ( ) ( ) ,  
( ) ( ) .

1.2.

( ) , ... ( )  
( ) ,  
3 ,  
( ) .  
Google Earth  
( ) .

- , -  
-  
,  
.  
-  
, , ,  
- -  
.

1 2,048 /

,  
.  
,  
,  
,  
,  
630  
.  
,  
.

( ) ( ) .  
( ) g. g

$\sigma$   $g$   $g$   $\sigma$  , [3] .9.2,9.3. :

$$a = \frac{g}{1 + g/2}, \quad (1.1)$$

$= 6370$   $g$  « 1.1. » a.

$= 6 \cdot 10^{-8} 1/$  . 20% : (  $g = -2 \cdot 10^{-8} -$  1/ ,  $\sigma$  .3 1.

$$g(20\%) = g + \sigma = (-8 + 6) \cdot 10^{-8} = -2 \cdot 10^{-8} 1/ . \quad (1.2)$$

r, f, 1.1 .1 .2 .2 .3. .1 (1) ( ) Z 1.111 ( ) ( ) ( ) .5 Z,

3 20 . 1 1.1 .1 Zmin- k

0 12 ( ) : K1- ; z4- ; z3- 20% (1.1) (1.3)

$$= 6370 / (1 - 6370 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-8} / 2) = 6803 . \quad (1.3)$$

$\sigma$  [3] .9.2. 50 . 7

(1.3) 6830 20% , 80% 6803 (1.3) :

$$y_k = r^2 k(1 - k) / 2 = (32,3 \cdot 10^3)^2 k(1 - k) / 2 \cdot 6803 \cdot 10^3 = 76,6 k(1 - k), (1.4)$$

. 1.1 y , . 1.1, ( ) ( ) , , k = r\_k / r - , r\_k-

## Пр 1.1. Построение П РРЛ

### Ввод данных:

1. ГДП  $g(20\%) = g \cdot 10^{-8}$ , 1/м  $g := -2$

2. Длина трассы, км  $r := 32.3$

3. Частота, ГГц  $f := 7.4$

4. В значения РМ

$$Z := \begin{pmatrix} 0 & 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.9 & 1 \\ 87 & 67 & 53 & 40 & 30 & 51 & 62 & 56 & 42 & 35 & 60 \end{pmatrix}$$

K - относительное РС от ЛАО  
Z - В значения РМ (вводите данные Вашего задания)

5. Параметры препятствия на П: начало  $K_n := 0.2$   
 конец  $K_k := 0.9$   
 В Н, м  $H := 20$

### Расчеты

$k := 0..12$  - Индексы См В значений РМ и препятствия, соответствующие значениям относительных РС от ЛАО

$$z1 := (Z^T)^{\setminus k}$$

- Транспонированная М В отметок РМ в виде столбца

$Z_{min} := \min(z1)$   $Z_{min} = 30$  - Расчет минимального значения Z, м

$Kk = 0.9$

$$K1_k := \begin{cases} \frac{k}{10} & \text{if } \frac{k}{10} \leq K_n \\ \left(\frac{k-1}{10}\right) & \text{if } \frac{k}{10} > K_n \\ \frac{k-2}{10} & \text{if } \frac{k-1}{10} > K_k \end{cases}$$

$$Pr_k := \begin{cases} 0 & \text{if } \frac{k}{10} \leq K_n \\ H & \text{if } \frac{k}{10} > K_n \\ 0 & \text{if } \frac{k-1}{10} > K_k \end{cases}$$

$$z3_k := \begin{cases} z1_k & \text{if } \frac{k}{10} \leq K_n \\ (z1_{k-1}) & \text{if } Pr_k > 0 \\ (z1_{k-2}) & \text{if } \frac{k-1}{10} > K_k \end{cases}$$

$z4_k := z3_k + Pr_k$

$K1^T =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8

Расчеты См данных В отметок и препятствия на П:  
- относительные РС от ЛАО,

$z3^T =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	87	67	53	53	40	30	51	62	56	42

- В отметки РМ земной поверхности,

$z4^T =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	87	67	53	73	60	50	71	82	78	62

- В отметки РМ земной поверхности и препятствия

$$a := \frac{6370}{1 + \frac{6370 \cdot 10^3 \cdot g \cdot 10^{-8}}{2}}$$

$a = 6.803 \times 10^3$  - Расчет эквивалентного радиуса Земли, км

$$y_k := \left[ \frac{(r)^2}{0.002 \cdot a} \right] \cdot K1_k \cdot (1 - K1_k)$$

- Расчет условного нулевого уровня Земли, м

$y^T =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	6.9	12.3	12.3	16.1	18.4	19.2	18.4	16.1	12.3

- Условный нулевой уровень Земли, м

$z7 := y + z3 - Z_{min}$  - В отметки РМ земной поверхности с учетом влияния Земли

$$yz^T = \begin{array}{c|cccccccccc} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ \hline 0 & 57 & 43.901 & 35.268 & 35.268 & 26.102 & 18.402 & 40.169 & 50.402 & 42.102 & 24.268 \end{array}$$

$ys := y + z4 - Zmin$  - В отметки с учетом препятствия и кривизны земли

$$ys_0 = 57$$

$$ys^T = \begin{array}{c|cccccccccc} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ \hline 0 & 57 & 43.9 & 35.3 & 55.3 & 46.1 & 38.4 & 60.2 & 70.4 & 62.1 & 44.3 \end{array}$$

Из таблицы видно, что

$$\max(ys) = 70.402$$

максимальное препятствие на П составляем 70.1 м. Его величина вычисляется:

Это соответствует величине относительного  $Pc$  от ЛАО  $K=0.6$ . Более точные результаты могут быть получены с учетом линии прямой видимости А и зон Френеля

и соответствующее ему относительное  $Pc$  от ЛАО на П

Возьмем (Вы тоже должны выбрать по нижеприведенному графику на рис 1.1 и ввести  $K1m$ ):

$$K1m := 0.6$$

$$\lambda := \frac{30}{f} \quad \lambda = 4.054 \quad \text{-Длина волны, см}$$

$$Ho := \sqrt{r \cdot \lambda \cdot 10 \cdot K1m \cdot \frac{(1 - K1m)}{3}} \quad Ho = 10.235 \quad \text{-Просвет на П, м, соответствующий множителю ослабления поля свободного пространства согласно модифицированной зоны Френеля}$$

$$hp := Ho + \max(ys) \quad hp = 80.637 \quad \text{точка на графике через которую проходят все линии видимости А}$$

$$Hr := ys_0 \quad Hr = 57 \quad HL := ys_{12} \quad HL = 30 \quad \text{-Высота размещения Пр ЛАО, м}$$

$$Hant := hp - ys_0 - (ys_{12} - ys_0) \cdot K1m \quad Hant = 39.837 \quad \text{В Пр и ЛАО при их одинаковой В}$$

$$Hvid_k := Hant + ys_0 + (ys_{12} - ys_0) \cdot K1k \quad \text{-уравнение прямой видимости А при прохождении на высоте Ho}$$

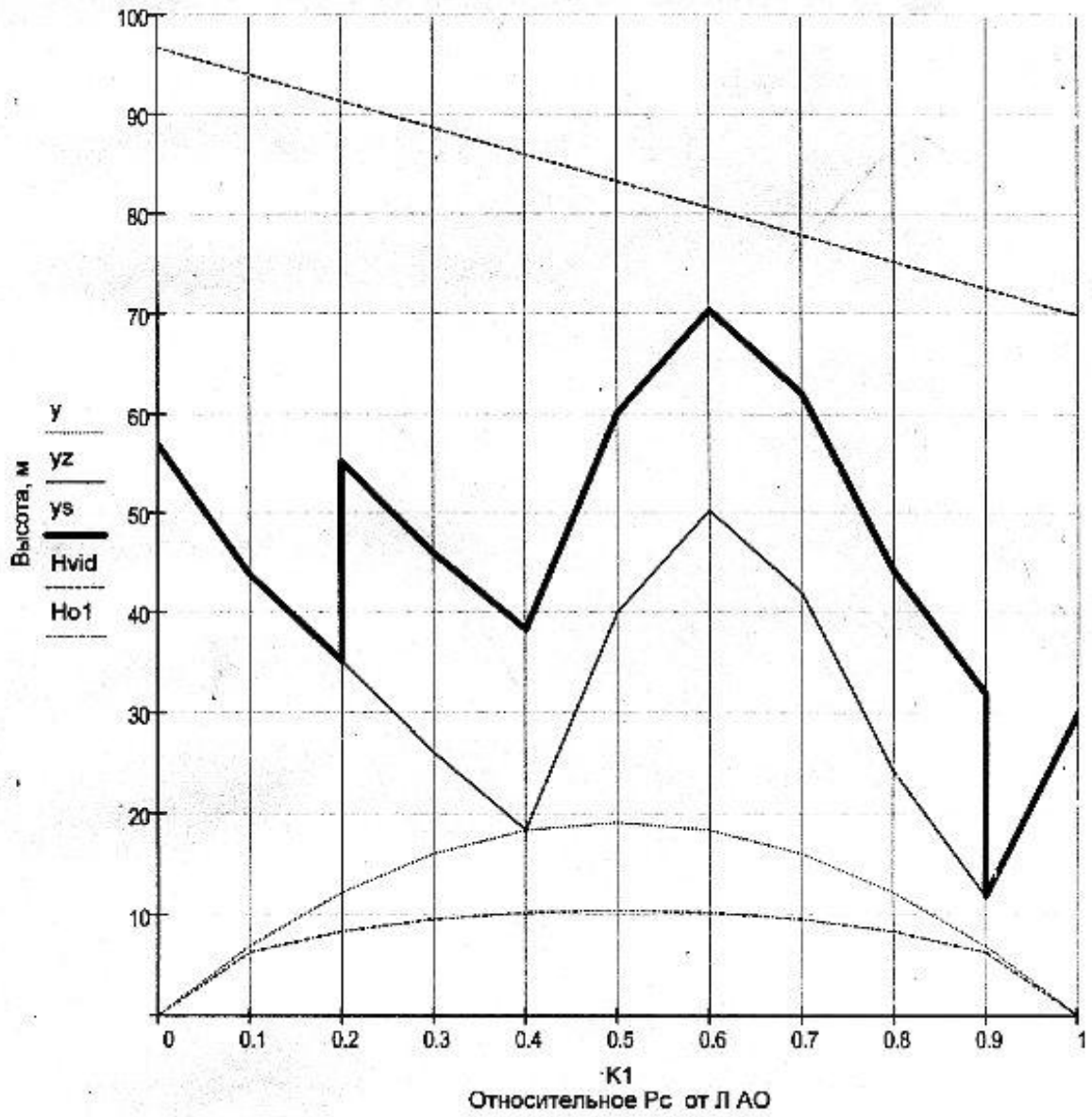
$$Ho1_k := \sqrt{r \cdot \lambda \cdot 10 \cdot K1k \cdot \frac{(1 - K1k)}{3}}$$

Выходные данные для расчета ВАО

$$z := \text{augment}(K1, ys, Ho1)$$

$$z^T = \begin{array}{c|cccccccccc} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ \hline 0 & 0 & 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 \\ 1 & 57 & 43.901 & 35.268 & 55.268 & 46.102 & 38.402 & 60.169 & 70.402 & 62.102 & 44.268 \\ 2 & 0 & 6.268 & 8.357 & 8.357 & 9.574 & 10.235 & 10.446 & 10.235 & 9.574 & 8.357 \end{array}$$

$$hp = 80.637 \quad K1m := 0.6 \quad r = 32.3$$



. 1.1

Zmin

yz ys  
.1.1.

z3 z4yk -

1.1

max(ys)= 70,4 ,

(1.5)

K1m= 0,6,

. 1.1.

20%

80%

. 1.1

$$= \sqrt{r_0 \lambda k (1 - k) / 3} =$$

$$= \sqrt{32,3 \cdot 10^3 \cdot 4,2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,6 (1-0,6) / 3} = 10,2 \quad (1.6),$$

.3

1.1.

$$\begin{matrix} \text{Ho,} \\ (1.5) \end{matrix} \quad (1.6)$$

$$\begin{matrix} \text{ol} \\ ( ) \end{matrix} \quad 1.1.$$

1.1.

hp,

Hvid,

1.1.

### Файл данных Пр 1.1

i := 0..12

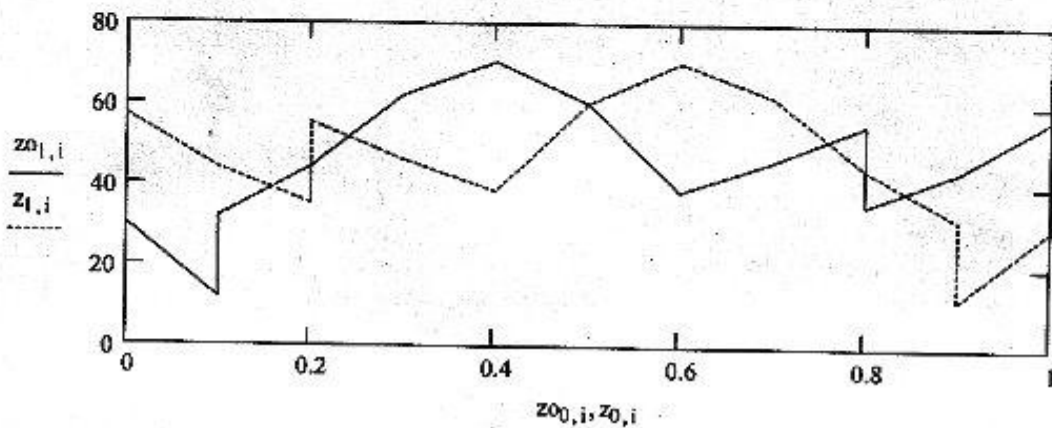
$$z := \begin{pmatrix} 0 & 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.9 & 0.9 \\ 57 & 43.901 & 35.268 & 55.268 & 46.102 & 38.402 & 60.169 & 70.402 & 62.102 & 44.268 & 31.901 & 11.901 \\ 0 & 6.268 & 8.357 & 8.357 & 9.574 & 10.235 & 10.446 & 10.235 & 9.574 & 8.357 & 6.268 & 6.268 \end{pmatrix}$$

$$hp := 80.637 \quad Klm := 0.6 \quad r := 32.3$$

### данные обратного П

$$z_0 := \begin{pmatrix} 0 & 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 & 0.8 & 0.9 \\ 30 & 11.901 & 31.901 & 44.268 & 62.102 & 70.402 & 60.169 & 38.402 & 46.102 & 55.268 & 35.268 & 43.901 \\ 0 & 6.268 & 6.268 & 8.357 & 9.574 & 10.235 & 10.446 & 10.235 & 9.574 & 8.357 & 8.357 & 6.268 \end{pmatrix}$$

$$hpc := 80.637 \quad Klmo := 0.4 \quad r = 32.3$$



. 1.2

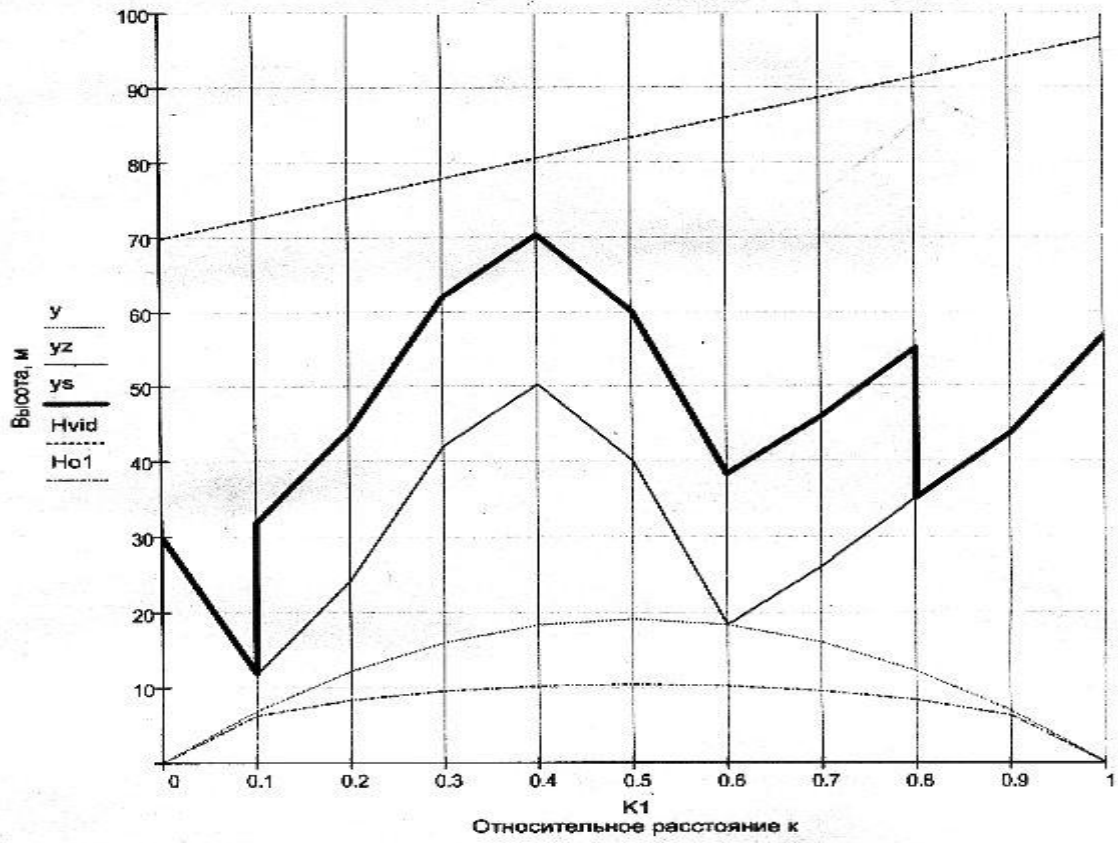
1.1  
Klm.

$$\begin{pmatrix} z^T \\ z^T \end{pmatrix} z^T,$$

1.1.

h





.1  
 0 1 11 Z .4 3  
 : k  
 .5.

ВЫСОТА, М  
 y  
 yz  
 ys  
 Hvid  
 Ho1

Относительное расстояние  $K_1$

.14  
 .2 .2 r .2  
 .3 f .3  
 (1.2) g .1 1.1. g  
 1.1 1.1  
 1.1. z<sup>T</sup> 1.2 1.1  
 .4 5 1.2, 1.1, 1.2 1.1  
 : zo .4 1.1  
 .5. 1.1  
 1.2 .1.2  
 z z



**1.4**

:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

1.1

1.1