

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики»

## **Практика**

«Модель потерь распространения в канале»

Выполнил:  
Шаповал Н.О.  
Группа: ИА-232  
Проверил(а): Калачиков А.А

Новосибирск 2025

# Модели распространения в канале

Выполнил: Шаповал Н.О.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
from scipy import signal
from scipy.signal import kaiserord, lfilter, firwin, freqz
from scipy import fftpack
```

## 2.3.1 Задание по разделу модели потерь распространения

1. Получить график потерь распространения при частоте  $f = 900$  МГц, высоте базовой станции  $H_b = 30$  м, высоте антенны мобильного  $H_m = 2$  м.

```
r = np.arange(1, 20, 1)
#r =6;
hbc=30

hma=2

f1 =900

C=3
```

```
#поправочный коэффициент
def koef_hata(f1, hma):
    return (1.11 * np.log10(f1) - 0.7) * hma - (1.56 * np.log10(f1) - 0.8)
```

```
# Модель Cost-Hata
def Lcoh_f(f1, hbc, r, C, a1):
    return 46.3 + 33.9 * np.log10(f1) - 13.82 * np.log10(hbc) - a1 + (44.9
-6.55 * np.log10(hbc)) * np.log10(r) + C
```

```
# Модель Okumura-Hata
def Lokh_f(f1, hbc, r, a1):
    return 69.55+26.16 * np.log10(f1) -13.83 * np.log10( hbc ) + (44.9
-6.55* np.log10( hbc ) ) *np.log10(r) - a1
```

```
a1 = koef_hata(f1, hma)
Lcoh = Lcoh_f(f1, hbc, r, C, a1)
Lkoh_f = Lokh_f(f1, hbc, r, a1)
```

```
def plot_model(r, Lcoh, Lokh):
    plt.plot( r , Lcoh , "r" , r , Lokh , 'g')
    plt.title("Потери распространения ")
    plt.xlabel(' Расстояние , км ')
    plt.ylabel(' Потери распространения , дБ ' )
    plt.legend([ ' Cost-Hata ' , ' Okumura-Hata ' ] )

def plot_model_2(r, Lcoh, Lokh, r2, Lcoh2, Lokh2):
    plt.plot(r, Lcoh, "r", label="Cost-Hata with Hbs")
    plt.plot(r, Lokh, "g", label="Cost-Hata with Hbs")
    plt.plot(r2, Lcoh2, "r--", label="Okumura-Hata with Hbs2")
    plt.plot(r2, Lokh2, "g--", label="Okumura-Hata with Hbs2")
    plt.title("Потери распространения ")
    plt.xlabel(' Расстояние , км ')
    plt.ylabel(' Потери распространения , дБ ' )
    plt.legend()
```

```
# plot_model(r, Lcoh, Lokh)
```

```
Pt = 35 # мощность передатчика , дБм
Gt = 8
Gr = 3
Pr = Pt + Gt + Gr - Lcoh
```

```
def plot_p(r, Pr):
    plt.figure( 2 )
    plt.plot(r , Pr)
    plt.title("Принятая мощность" )
    plt.xlabel(' Расстояние , км ' )
    plt.ylabel(' Мощность на входе приемника ' )
```

```

def plot_p_2(r, Pr, r2, Pr2):
    plt.figure( 2 )
    plt.plot(r, Pr, "r", label="Pr")

    plt.plot(r2, Pr2, "b", label="Pr2")

    plt.title("Принятая мощность" )
    plt.xlabel(' Расстояние , км ' )
    plt.ylabel(' Мощность на входе приемника ')
    plt.legend()
    plt.show()

```

```

# plot_p(r, Pr)

```

```

def model_loth(r, hma, hbc, C, f1):
    a1 = koef_hata(f1, hma)
    Lcoh = Lcoh_f(f1, hbc, r, C, a1)
    Lkoh = Lokh_f(f1, hbc, r, a1)

    plot_model(r, Lcoh, Lkoh)
    Pt = 35 # мощность передатчика , дБм
    Gt = 8
    Gr = 3
    Pr = Pt + Gt + Gr - Lcoh
    plot_p(r, Pr)

def model_loth_2(r, hma, hbc, C, f1, r2, hma2, hbc2, C2, f2):
    a1 = koef_hata(f1, hma)
    Lcoh = Lcoh_f(f1, hbc, r, C, a1)
    Lkoh = Lokh_f(f1, hbc, r, a1)

    a2 = koef_hata(f2, hma2)
    Lcoh2 = Lcoh_f(f2, hbc2, r2, C2, a2)
    Lkoh2 = Lokh_f(f2, hbc2, r2, a2)

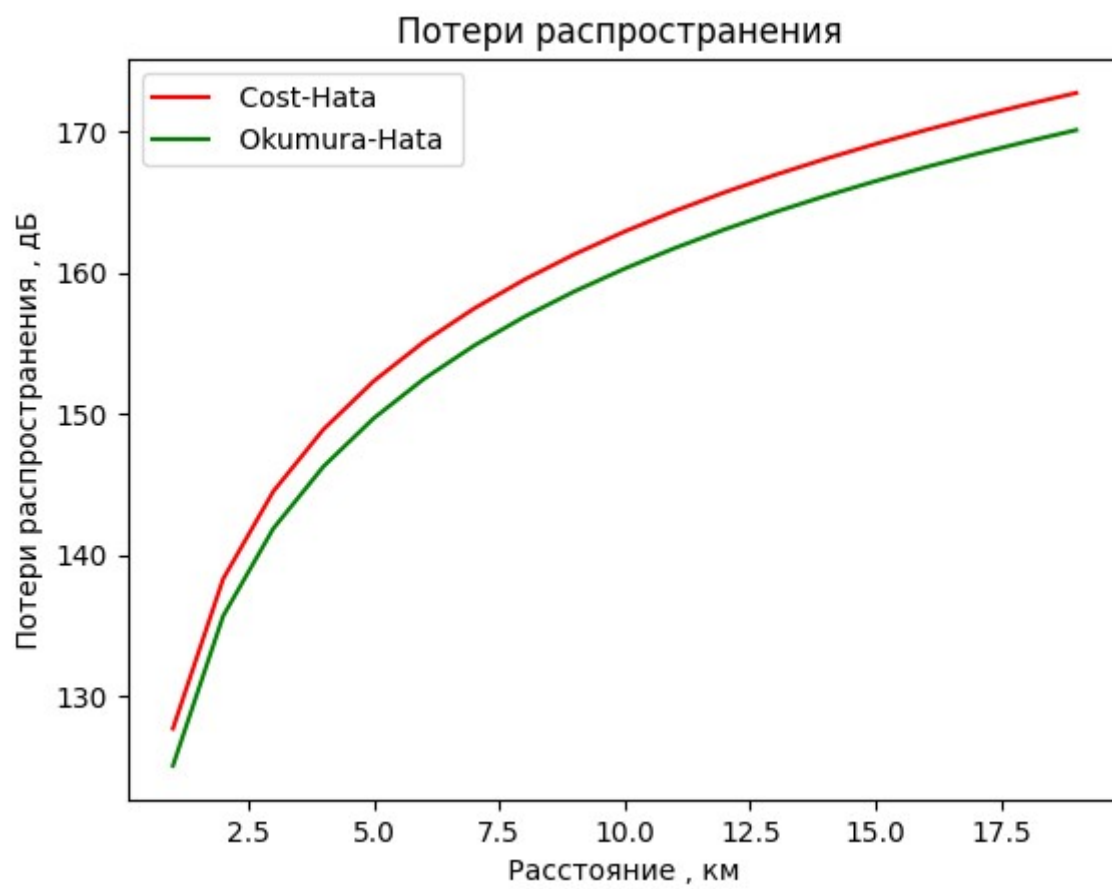
    plot_model_2(r, Lcoh, Lkoh, r2, Lcoh2, Lkoh2)
    Pt = 35 # мощность передатчика , дБм
    Gt = 8
    Gr = 3

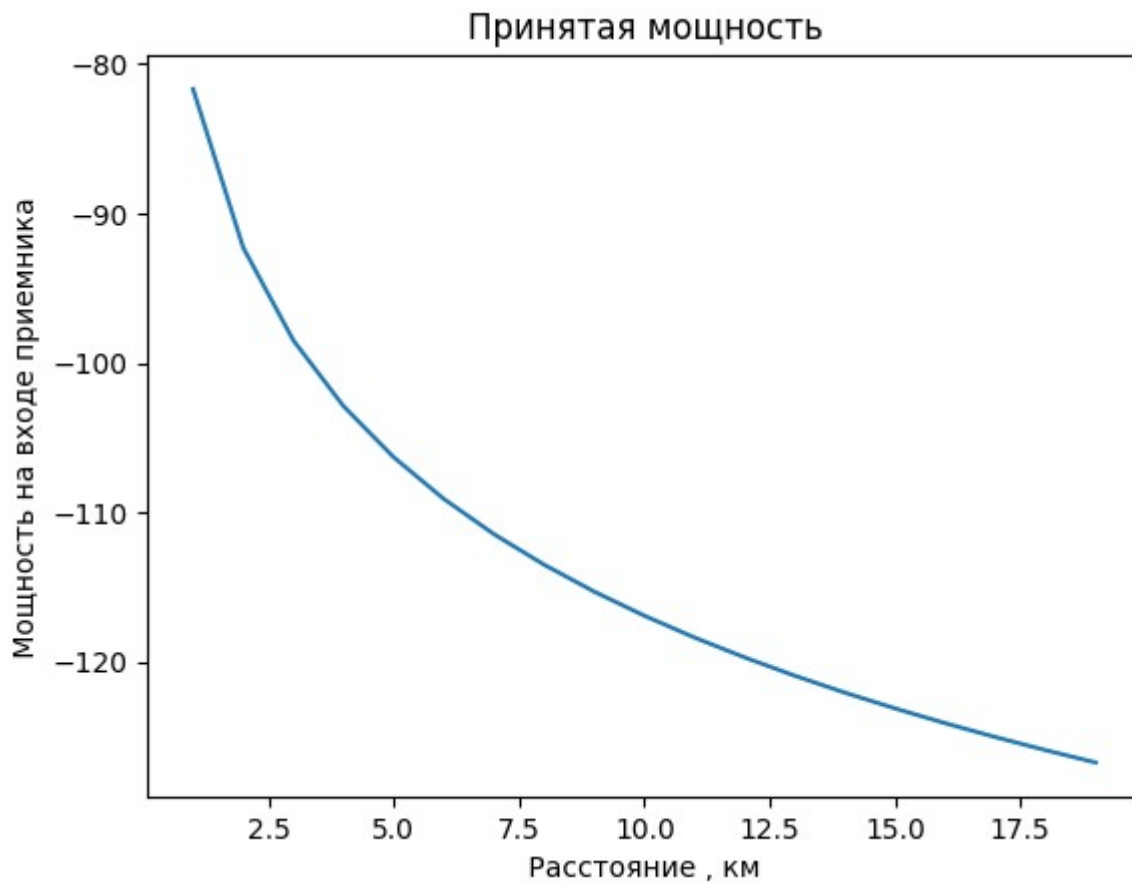
    Pr = Pt + Gt + Gr - Lcoh
    Pr2 = Pt + Gt + Gr - Lcoh2

    plot_p_2(r, Pr, r2, Pr2)

```

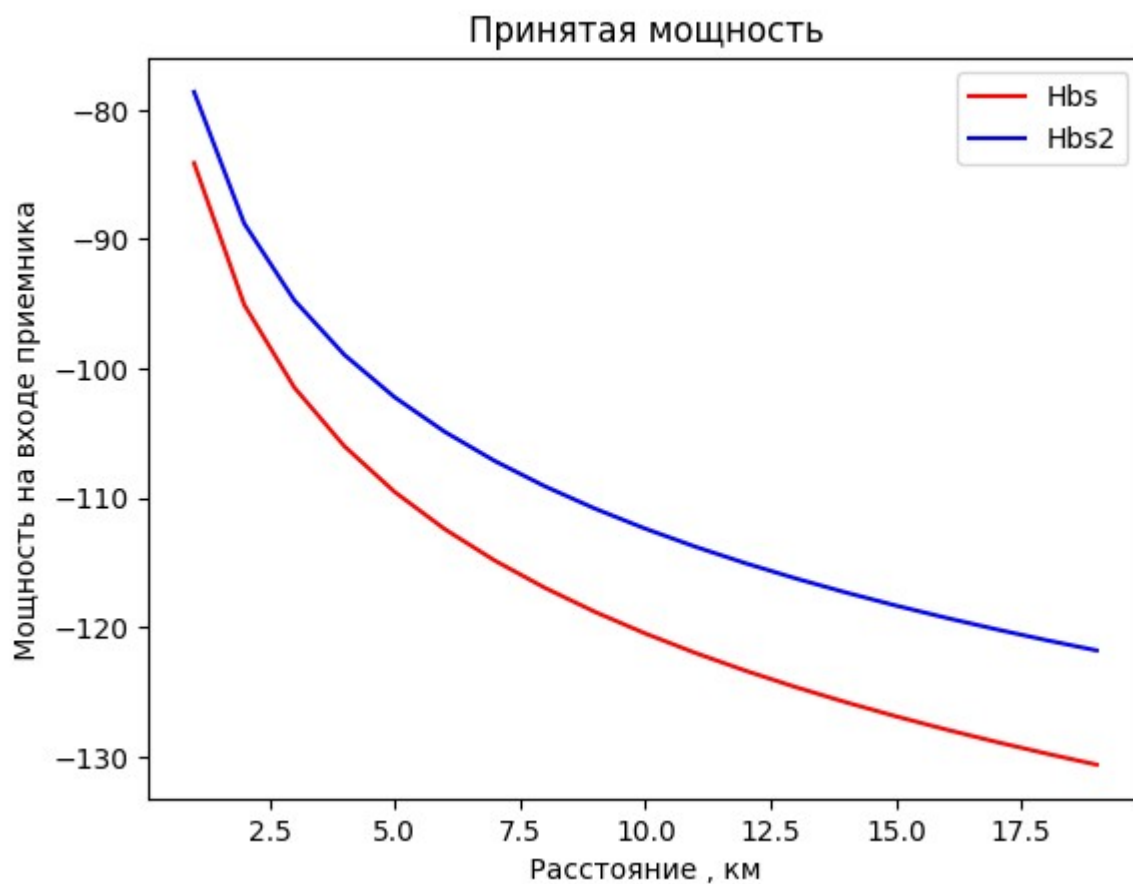
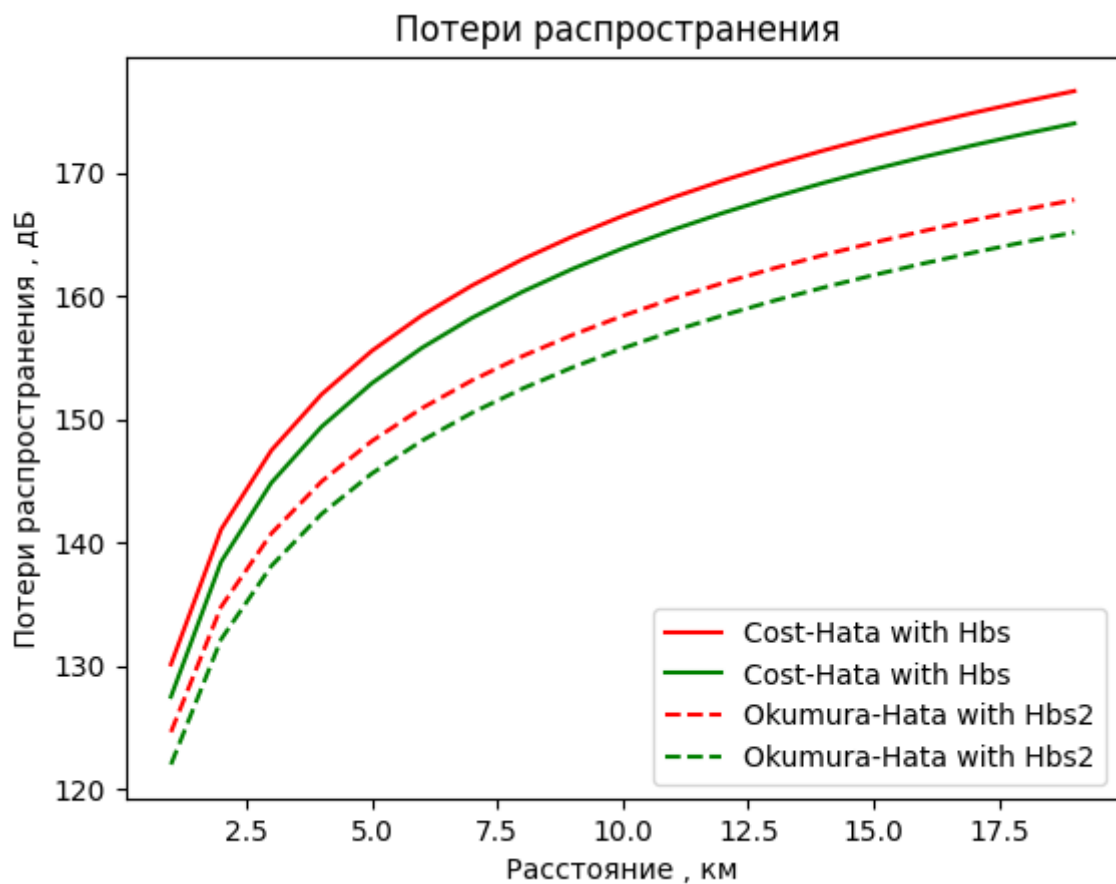
```
model_loth(r, hma, hbc, C, fl)
```





2.Получить график потерь распространения при частоте  $f_1 = 900$  Гц, высоте базовой станции  $H_{bs1} = 20$  м, высоте базовой станции 2  $H_{bs2} = 50$  м, высоте мобильного  $H_{ms} = 2$  м.

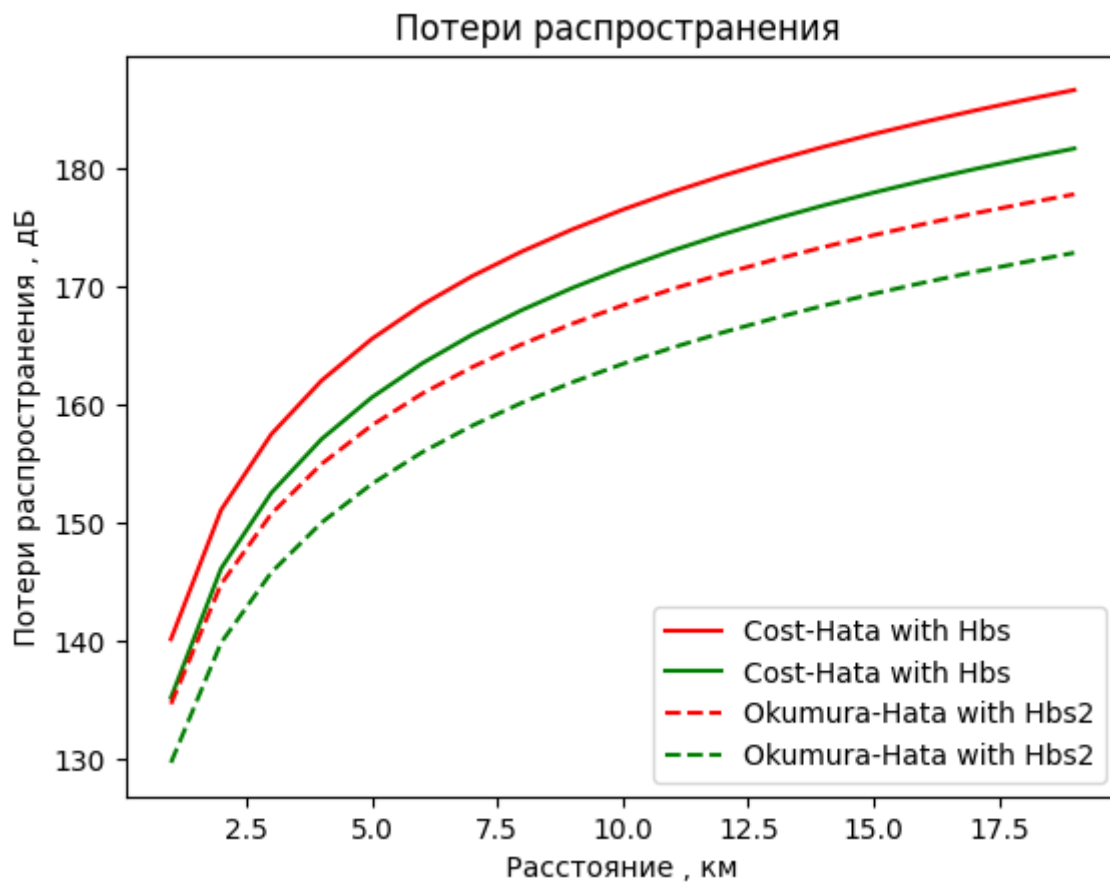
```
Hbs1 = 20  
Hbs2 = 50  
Hms = 2  
model_loth_2(r, Hms, Hbs1, C, f1, r, Hms, Hbs2, C, f1)
```



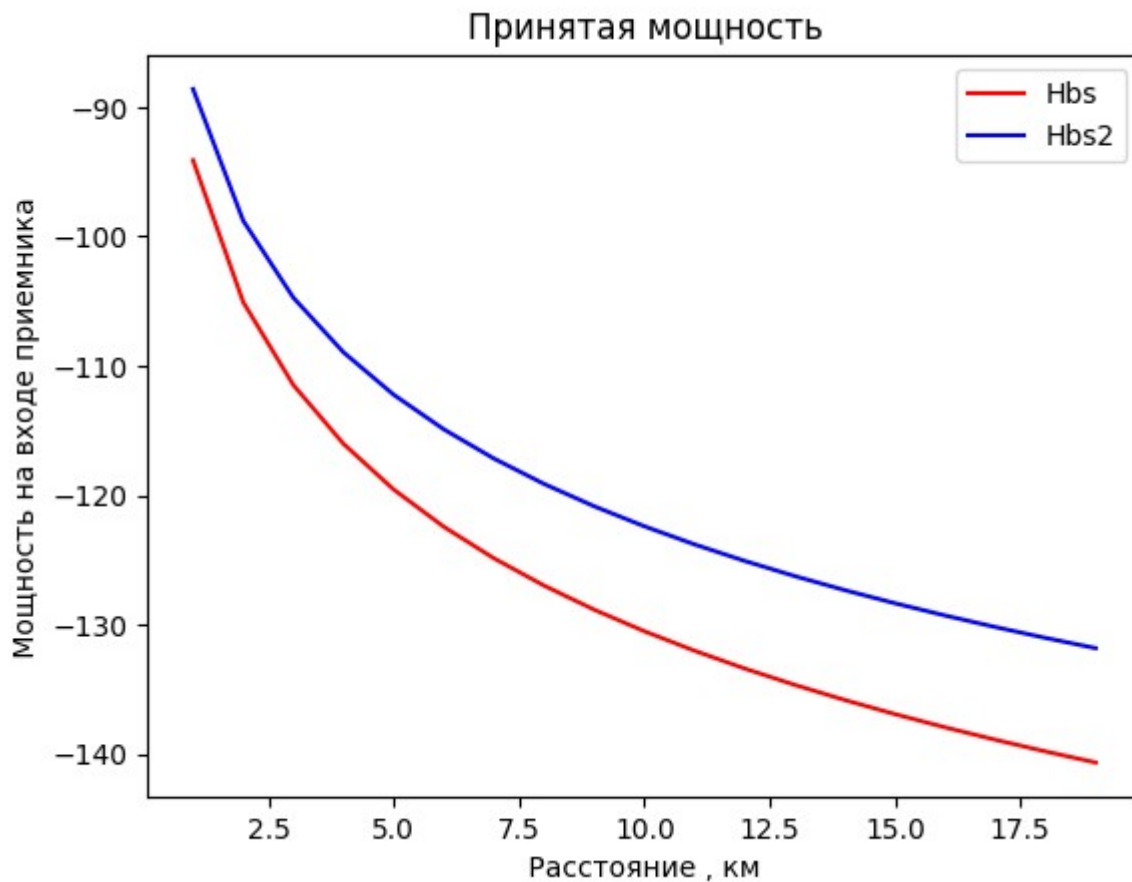
3. Получить график потерь распространения при частоте  $f_1 = 1800$  Гц, высоте базовой станции  $H_{bs1} = 20$  м, высоте базовой станции 2  $H_{bs2} = 50$  м, высоте мобильного  $H_{ms} = 2$  м.

```
f1 = 1800  
Hbs1 = 20  
Hbs2 = 50  
Hms = 2
```

```
model_loth_2(r, Hms, Hbs1, C, f1, r, Hms, Hbs2, C, f1)
```







4. Получить график принимаемой мощности при мощности передатчика 10 Вт, 20 Вт. Линейную мощность переведите в логарифмический масштаб.

```
r = np.arange(1, 20, 1)
#r =6;
hbc = 30

hma = 2

f1 = 900

C = 3

a1 = koef_hata(f1, hma)
Lcoh = Lcoh_f(f1, hbc, r, C, a1)
Lkoh_f = Lokh_f(f1, hbc, r, a1)

Pt1 = 10 # мощность передатчика , дБм
Gt = 8
Gr = 3
Pr = Pt + Gt + Gr - Lcoh

Pt2 = 20
```

```
Pr2 = Pt2 + Gt + Gr - Lcoh
```

```
plot_p_2(r, Pr, r, Pr2)
```

```
# защита от нулевых и отрицательных значений
```

```
# Pr_safe = np.where(Pr > 0, Pr, np.nan)
```

```
# Pr2_safe = np.where(Pr2 > 0, Pr2, np.nan)
```

```
# with np.errstate(divide='ignore', invalid='ignore'):
```

```
#     P_dbm = 10 * np.log10(Pr_safe / 1e-3)
```

```
#     P_dbm2 = 10 * np.log10(Pr2_safe / 1e-3)
```

```
# def plot_p_3(x1, y1, x2, y2):
```

```
#     plt.plot(x1, y1, 'r-', label='P_dbm1')
```

```
#     plt.plot(x2, y2, 'g-', label='P_dbm2')
```

```
#     plt.xlabel('Расстояние, км')
```

```
#     plt.ylabel('Мощность, дБм')
```

```
#     plt.title('График мощности')
```

```
#     plt.xlim(min(x1.min(), x2.min()), max(x1.max(), x2.max()))
```

```
#     y_all = np.concatenate((y1, y2))
```

```
#     finite_vals = y_all[np.isfinite(y_all)]
```

```
#     if finite_vals.size > 0:
```

```
#         plt.ylim(np.min(finite_vals), np.max(finite_vals))
```

```
#     else:
```

```
#         print("Нет конечных значений для оси Y")
```

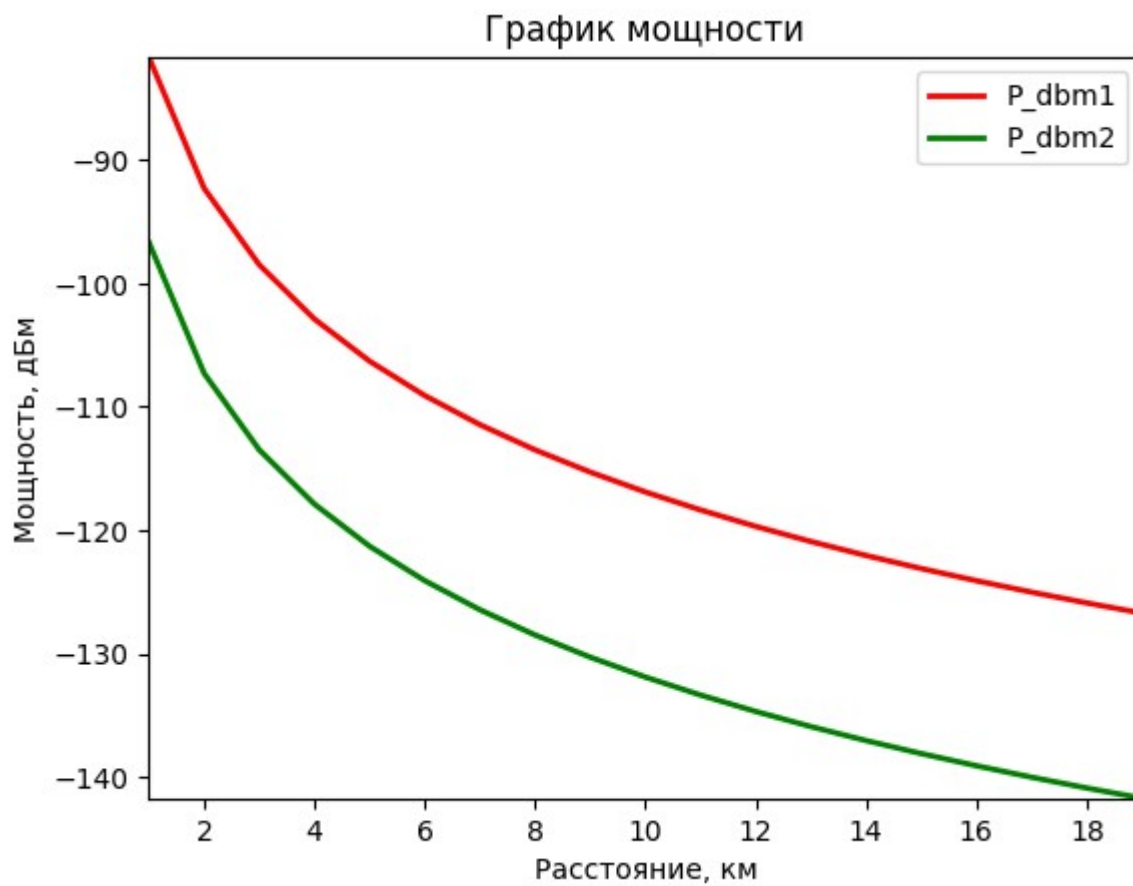
```
#     plt.legend()
```

```
#     plt.show()
```

```
# plot_p_3(r, P_dbm, r, P_dbm2)
```

```
# print(P_dbm)
```

```
print(Pr)
```



```
[ -81.68520527  -92.28894346  -98.49173266 -102.89268164 -106.30632287  
-109.09547084 -111.45366185 -113.49641982 -115.29826005 -116.91006106  
-118.36811242 -119.69920903 -120.92369921 -122.05740004 -123.11285026  
-124.10015801 -125.02759108 -125.90199823 -126.72911645]
```