

Лекция №14



- Связь с космическими летательными аппаратами
- Ослабление радиоволн в свободном пространстве на трассе «космос – космос»



Связь с космическими летательными аппаратами(КЛА)

Условно траекторию движения спутника делят на:

- выведение на орбиту
- спутник на орбите
- возвращение спутника

С КЛА можно связаться радиоволнами свыше 100 МГц. В космосе возможна связь на любой частоте.

Выведение на орбиту

Спутник находится в ракетоносителе, работает командная радиоперелиния. Ракета, выходя на орбиту оставляет за собой большой след с усиленной термической ионизацией.

Проблемы:

- волны КВ диапазона отражаются в следе
- волны УКВ диапазона затухают в следе

Для организации связи необходимо отдалить пункт управления

Спутник на орбите

Орбиты:

- низкоорбитальные
- высокоорбитальные
- эллиптические
- круговые

Геостационарная орбита – орбита, на которой скорость вращения Земли совпадает со скоростью спутников. Чтобы вывести спутник на геостационарную орбиту нужно поднять его на 36000 км.

Время жизни спутников 10-15 лет.

Возвращение спутника

Когда аппарат спускается, он проходит через плотные слои атмосферы. В данный момент в результате нагрева слоев вокруг него образуется плазма, связь пропадает. После прохождения плотных слоев связь можно восстановить.

Проблемы спутниковой связи

Для вычисления расстояния, которое проходит сигнал, спутник должен быть хорошо стабилизирован.

Маленькие спутники стабилизируются по двум точкам: по Солнцу и по горизонту. Для хорошей стабилизации необходимо наличие трех стабилизирующих точек.

Мощность на входе приемника при распространении в свободном пространстве

$$P_2 = P_1 \frac{D_1 D_2 \lambda^2}{(4\pi r)^2}$$

P_1 – мощность передатчика

P_2 – мощность приемника

$\frac{D_1 D_2 \lambda^2}{(4\pi r)^2}$ коэффициент затухания, потери

Ослабление мощности при распространении в свободном пространстве

$$\Gamma_{св.пр} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 20 \left(\lg \frac{c}{4\pi r} - \lg f \right)$$

$$\Gamma_{св.пр} (\partial Б) = 33 + 20 \left(\lg r (\text{км}) + \lg f (\text{МГц}) \right)$$

практическая формула

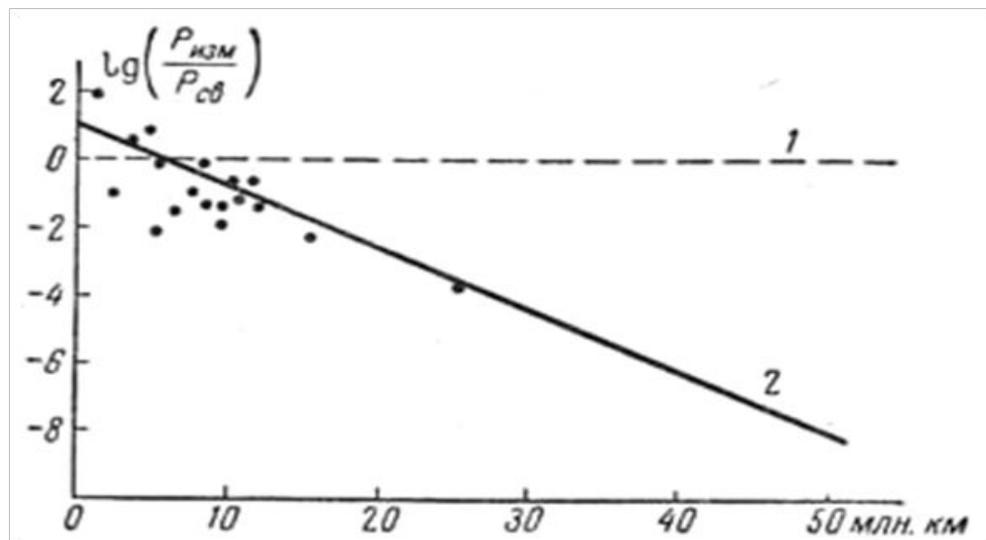
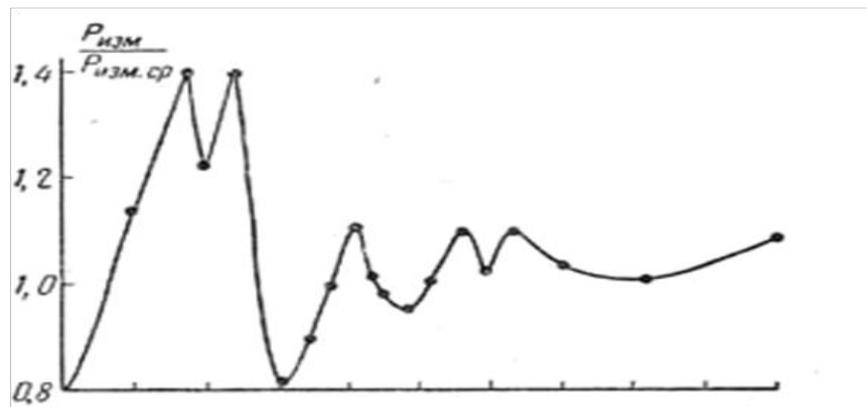
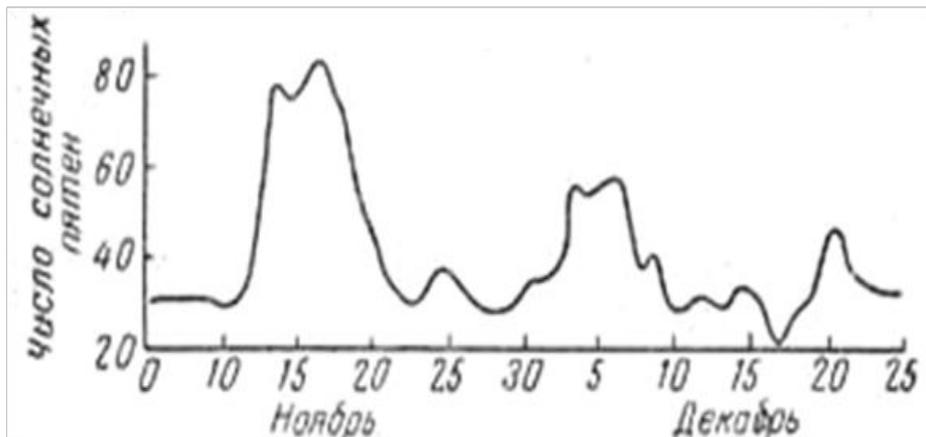
При расчете линии надо учитывать затухание в паре, кислороде, углекислом газе, гидрометеорах.

Радиофизические свойства космического пространства

Поглощение радиоволн в космическом пространстве

$$\Gamma = 8,6 \frac{N_{\text{э}}^2 (\text{эл} / \text{см}^3)}{T^{3/2} f^2 (\text{гц})} \left[17,7 + \ln \left(\frac{T^{3/2}}{f (\text{гц})} \right) \right] (\text{дб} / \text{м})$$

Результаты измерения сигнала объекта «Марс - 1» на волне частотой 183,6 МГц



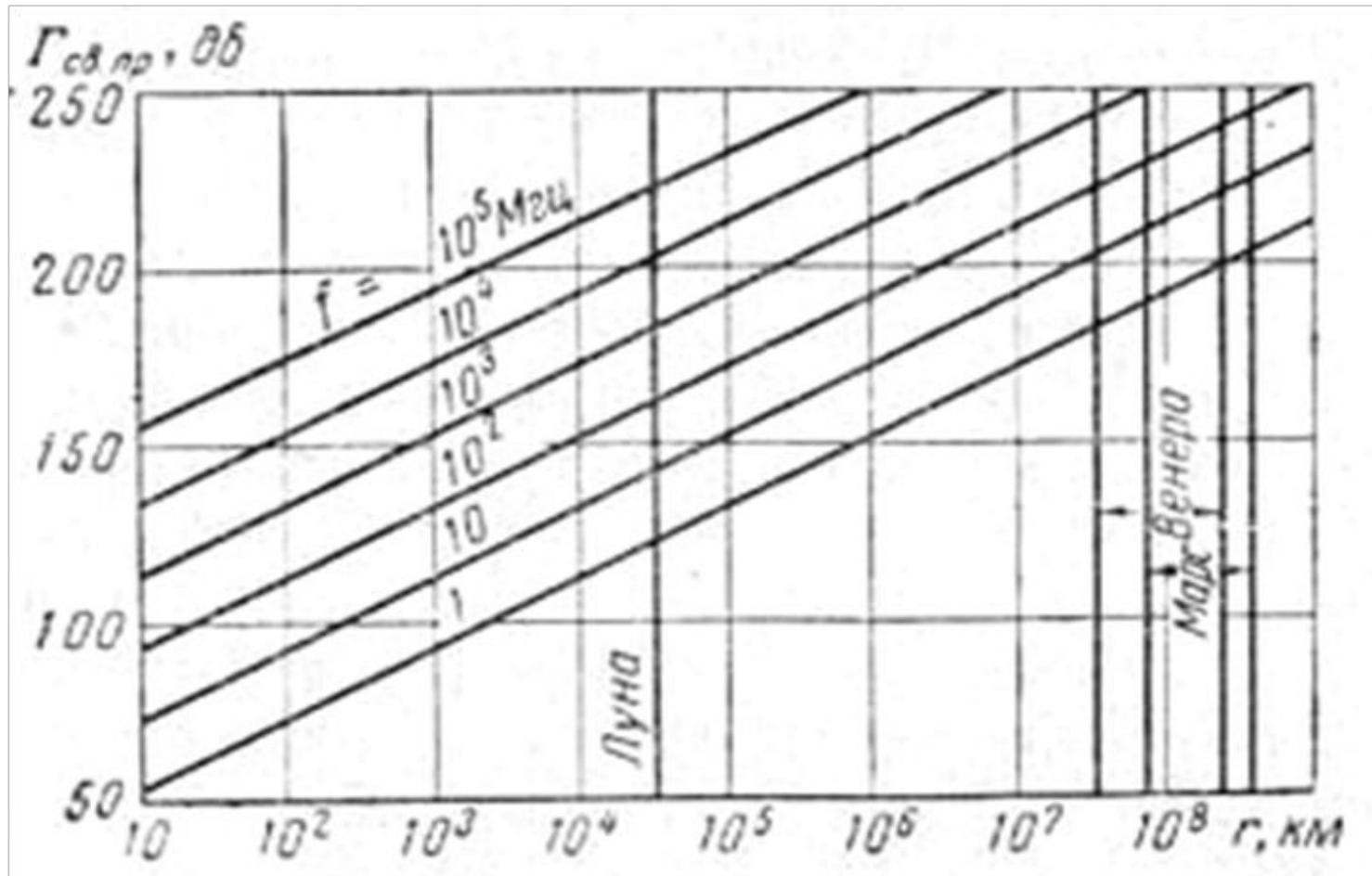
Мощность на входе приемника при распространении в свободном пространстве

$$P_2 = P_1 \frac{D_1 D_2 \lambda^2}{(4\pi r)^2}$$

Ослабление мощности при распространении в свободном пространстве

$$\Gamma_{св.пр} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 20 \left(\lg \frac{c}{4\pi r} - \lg f \right)$$

Зависимость ослабления сигнала от расстояния при ненаправленных антеннах



Изменение поляризации и поглощения волн в атмосфере

Величина	Ионосфера		Тропосфера
	частотная зависимость	порядок величины	порядок величины
Ошибки в определении расстояния	$\sim 1/f^2$	400 м	60 м
Рефракция	$\sim 1/f^2$	20—30 угл. сек.	3—10 угл. сек.
Вращение плоскости поляризации	$\sim 1/f^2$	6,6 рад	—
Поглощение	$\sim 1/f^2$	Ночь 0,005 дБ День 0,05 дБ	—