*Министерство образования Украины.*

*Одесский национальный политехнический университет.*

*Институт радиоэлектроники и телекоммуникаций.*

*Кафедра РТС.*

## *Комплексное задание*

*"Энергетический расчет спутниковой линии связи для передачи телевизионных сигналов"*

 *Выполнил: ст. гр. РС-971*

*Cмысл В. Н.*

*Проверил: доцент кафедры РТС*

*Мамочка А.Д.*

# ***ОДЕССА 2002***

 Требуется рассчитать линию связи "Исскуственный спутник Земли (ИСЗ) - Земля" и определить мощность бортового передатчика, необходимую для передачи телевизионного сигнала в системе непосредственного телевизионного вещания.

Исходные данные:

* Орбита спутника - геостационарная
* Ширина диаграммы направленности бортовой антенны - 
* КПД Антенно-Волнового Тракта (АВТ) -

1) Земная станция - 0,9 (- 0,5 дБ)

2) Бортовая станция - 0,8 (- 1 дБ)

* Метод модуляции - Частотная Модуляция (ЧМ)
* Высшая частота ЧМ сигнала - 6 МГц
* Отношение сигнал/шум на выходе приемника - (46 дБ)
* Процент времени, в течение которого нарушается норма в отношении  - 0.1 %
* Визометрический коэффициент - ВВ = 27 (14 дБ).

Этот коэффициент учитывает особенности восприятия шумов на телевизионном изображении зрительным аппаратом человека.

* Координаты Земной станции -

1) Широта - 

2) Долгота - 

* Долгота под спутниковой точки (TeleX) - 
* Диаметр антенны Земных станций - 
* Частота излучения "вниз" - МГц (12 ГГц диапазон)
* Дальность от ИСЗ до Земли – H = 42170км
* Выигрыш за счет введения предыскажений - Δ = 1,4

**1*. Расчет угла места β и азимута А антенны Земной станции***

 (1.1)

 (1.2)

**2*.Рассчёт дальности от ИСЗ до Земли***

  , (2.1)

где R=6831 км-радиус Земли

 H=42170 км-расстояние от центра Земли до ИСЗ

Подставив численные значения в выражение (1.3) получим, что



**3. *Расчет требуемого отношения на входе приемника Земной станции***

Отношение сигнал/шум на выходе приемника в случае телевизионных ЧМ сигналов связано с входным отношением сигнал/шум соотношением:

 (3.1)

где А - коэффициент, учитывающий методику оценки взвешенного шума (А = 8), а В(ЧМ) - выигрыш в отношении сигнал/шум за счет частотной модуляции.

, (3.2)

 где - эффективная (энергетическая) полоса частотного канала приемника.

 , (3.3)

где γ - коэффициент, учитывающий большую энергетическую полосу шума приемного тракта по отношению к полосе пропускания по уровню 0,7 (γ = 1,1 .. 1,2), а - девиация частоты от пика до пика (от "черного" до "белого").

Таким образом, получим:

 (3.4)

Зададимся стандартным значением частоты девиации = 6 МГц.

 МГц



= 17.5 дБ

**4.*Расчет высокочастотной части линии ИСЗ-Земля***

**4.1** Рассчитаем дополнительные потери, обусловленные прохождением сигнала через атмосферу. Эти затухания обусловлены поглощением энергии молекулами кислорода и водяных паров, рефракцией волн (рассогласование диаграмм направленности антенн), неидеальностью поляризации, деполяризацией электро-магнитных волн при прохождении через тропосферу, а также наличием осадков.

, (4.1)

где Lдоп\_11,5 - дополнительные потери на частоте 11,5 ГГц, обусловленные углом места и процентом времени, в течение которого нарушается норма в отношении ****, а f - частота излучения "вниз" в ГГц.

Из таблицы получим Lдоп\_11,5 = 4,8 дБ, и тогда:

 дБ(3,069раз)

**4.2** Определим суммарную эквивалентную шумовую температуру:

, (4.2)

где ТА - эквивалентная шумовая температура антенны

Т0 - номинальное значение (290° К);

Тпр - эквивалентная шумовая температура приемника;

 η - КПД АВТ Земной станции.

Используя в приемной цепи транзисторный малошумящий усилитель, получим,что Тпр ≅ 250° К.

Шумовая температура антенны, в свою очередь, складывается из нескольких составляющих:

, (4.3)

где Тк - температура обусловленная космическими излучениями;

 Татм - температура обусловленная атмосферными излучениями;

 Тз - температура Земли;

 с - коэффициент, учитывающий долю энергии излучения принятую по боковым лепесткам диаграммы направленности.

Тк также зависит от излучения галактик, излучения солнца и излучений луны и планет. Однако, на столь высоких частотах, влияние излучения галактик и планет ничтожно мало и ими можно пренебречь. Учитывая, что антенна спутника направлена соотвествующим образом, излучением солнца можно также пренебречь. По таблице определяем Татм для наихудших метеоусловий. Температура Земли приблизительно равна 260° К.

Итак:

Татм = 120° К

Тз = 260° К

с ≅ 0,2

 К

и

 К

**4.3** Расчитаем коэффициенты усиления антенн приемника и передатчика. Существует две взаимосвязанные формулы для расчета коэффициентов усиления, поэтому воспользуемся обеими в зависимости от заданных величин:

1) Земная станция

, (4.4)

где q - коэффициент использования поверхности зеркала (КИП), q ≅ 0,5;

 Da - диаметр антенны;

 λ - длина волны, λ = 26,9 мм.



2) Бортовая станция

 (4.5)

**5*. Расчет мощности передатчика***

, (5.1)

где Рш - полная мощность шумов на входе приемника.

, (5.2)

где k - постоянная Больцмана: .

Вт



***Вывод:***

В данной работе был проведен расчет спутниковой связи для передачи телевизионных сигналов на отрезке ИСЗ-Земля. Полученное значение мощности передатчика требует определенной коррекции в связи с несколькими допущениями, принятыми для простоты расчета. Остальные параметры удовлетворительны.