

Национальный исследовательский университет

«МЭИ»

Институт радиотехники и электроники

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств

## Контрольная работа

Группа: ЭР-15-15

Вариант: №3

ФИО студента: Жеребин В.Р.

ФИО преподавателя: Михайлов М.С

Оценка: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

Москва

2020

# 1. Задание

Группа ЭР-15-15, Вариант 3. Жеребин

Для поиска «космического мусора» на околоземных орбитах используются РЛС миллиметрового диапазона волн. Выберите частоту РЛС, исходя из требования минимальной шумовой температуры естественного радиоизлучения при работе РЛС под углами места от  $18^\circ$  до  $90^\circ$ , оцените суммарную шумовую температуру приемной части РЛС при условии выбора такой входной цепи приемника, что ее вклад в суммарную шумовую температуру не превышает вклада внешних шумов антенны.

# 2. Решение

Миллиметровый диапазон волн занимает спектр частот от 30 до 300 ГГц или длину волны от 1 мм до 10 мм. Выбор такого диапазона волн позволяет исключить влияние промышленных (индустриальных) помех. Так как выбранная рабочая частота свыше 100 МГц, то мощность помех на входе радиоприемного устройства будет вычисляться по формуле:

$$P_{\text{ш}} = k\Delta f T_{\text{ш}},$$

в которой шумовая температура определяется как

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{шпр}} + T_{\text{шф}} + T_{\text{ша}}; \quad T_{\text{ша}} = T_{\text{ша внутр}} + T_{\text{ша внеш}}$$

Из указанных слагаемых, по заданию интересует: «внешняя» шумовая температура антенны  $T_{\text{ша внеш}}$ , определяемой внешними (естественными) источниками шумов.

Вклад внешних источников шумов в температуру антенны определяется интегралом

$$T_{\text{ша внеш}} = \frac{1}{4\pi} \int_{4\pi} T_{\text{я}}(\theta, \varphi) F^2(\theta, \varphi) d\Omega$$

где  $T_{\text{я}}(\theta, \varphi)$  – яркостная температура внешних источников излучения.

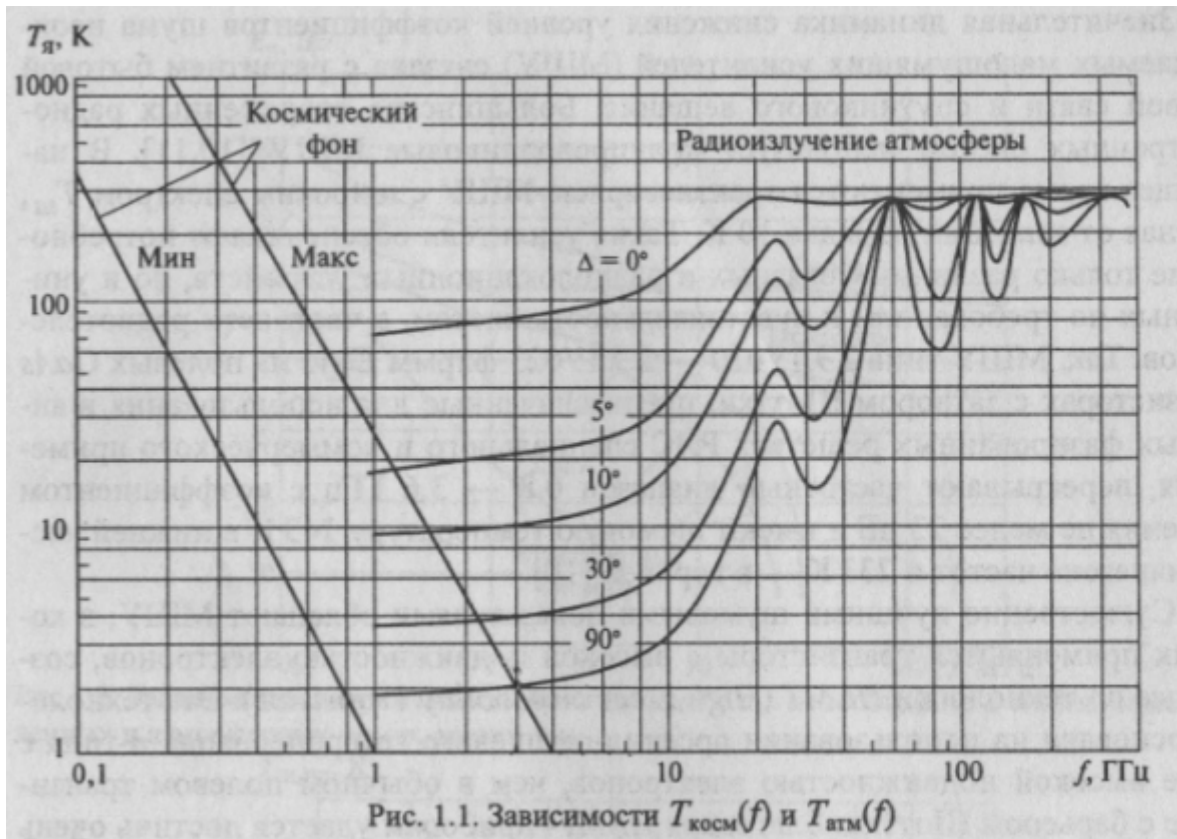
$$T_{\text{я}} = T_{\text{косм}} + T_{\text{дискр}} + T_{\text{р}} + T_{\text{атм}} + T_{\text{яз}}$$

$T_{\text{косм}}, T_{\text{дискр}}, T_{\text{атм}}, T_{\text{яз}}$  – яркостные температуры соответственно: протяженных космических источников (плазмы); дискретных космических источников излучения, атмосферных источников, поверхности земли, а  $T_{\text{р}} = 2,7 \text{ K}$  – температура реликтового излучения.

Частотные зависимости яркостных температур протяженных космических источников (плазмы)  $T_{\text{косм}}$  и атмосферных источников  $T_{\text{атм}}$  показаны на рисунке 1.1.

По рисунку видно, что радиоизлучение космического фона падает с увеличением частоты. При частотах миллиметрового диапазона волн им можно пренебречь.

Радиоизлучение атмосферы, в свою очередь наоборот растет по мере увеличении частоты. Так же оно зависит от угла места  $\Delta$  и максимальна при малых углах места, при которых велика толщина атмосферы с большой плотностью.



Таким образом основной вклад в внешнюю шумовую температуру антенны вносит радиоизлучение атмосферы  $T_{\text{атм}}$ . По рисунку 1.1 определяем, что минимум яркостной температуры от радиоизлучения атмосферы будет на частоте  $\sim 30$  ГГц, что соответствует длине волны 10 мм.

Оценка суммарной шумовой температуры приемной части РЛС.

Выбранная рабочая частота  $f = 30$  ГГц.

Яркостная температура космического излучения определяется по формуле

$$T_{\text{косм}} = f^{-2,75} \approx 0$$

При попадании луча антенны на солнце, яркостная температура будет порядка  $T_{\text{я}} \approx 8000$  K, а на луну – порядка  $T_{\text{я}} \approx 200$  K

При оценке предположим, что луч антенны не попадает на другие небесные тела  $T_{\text{дискр}} = 0$ .

Тогда яркостная температура внешних источников:

$$T_{\text{я}} \approx 2,7 \text{ K} + (15 \dots 280) \text{ K} = (17,7 \dots 282,7) \text{ K}$$

Как видно из получившихся значений, основной вклад вносит радиоизлучение атмосферы.

Предположим, что антенна – однонаправленная с малым уровнем боковых лепестков, тогда:

$$T_{\text{ша внеш}} = T_{\text{я}} = (17,7 \dots 282,7) \text{ K}$$

Так как по заданию, температура входной цепи не превышает внешнюю температуру, то предположим, что она пренебрежительно мала  $T_{шпр} + T_{шф} + T_{ша\text{ внутр}} \approx 0$

$$T_{ш} = T_{ша\text{ внеш}} = (17,7 \dots 282,7) \text{ K}$$

Таким образом, суммарная шумовая температура зависит от угла места. Диапазон значений составляет от  $\sim 20 \text{ K}$  при  $\Delta = 90^\circ$  до  $\sim 300 \text{ K}$  при  $\Delta = 0^\circ$