

# **ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

## **ТЕМА**

# **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ**

**Дипломник: Живица В.Д.**

**Руководитель: Зорько М.Д.**

# **АКТУАЛЬНОСТЬ**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ  
СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ПРИ  
УМЕНЬШЕНИИ ВЛИЯНИЯ ОТ ДРУГИХ  
ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ**

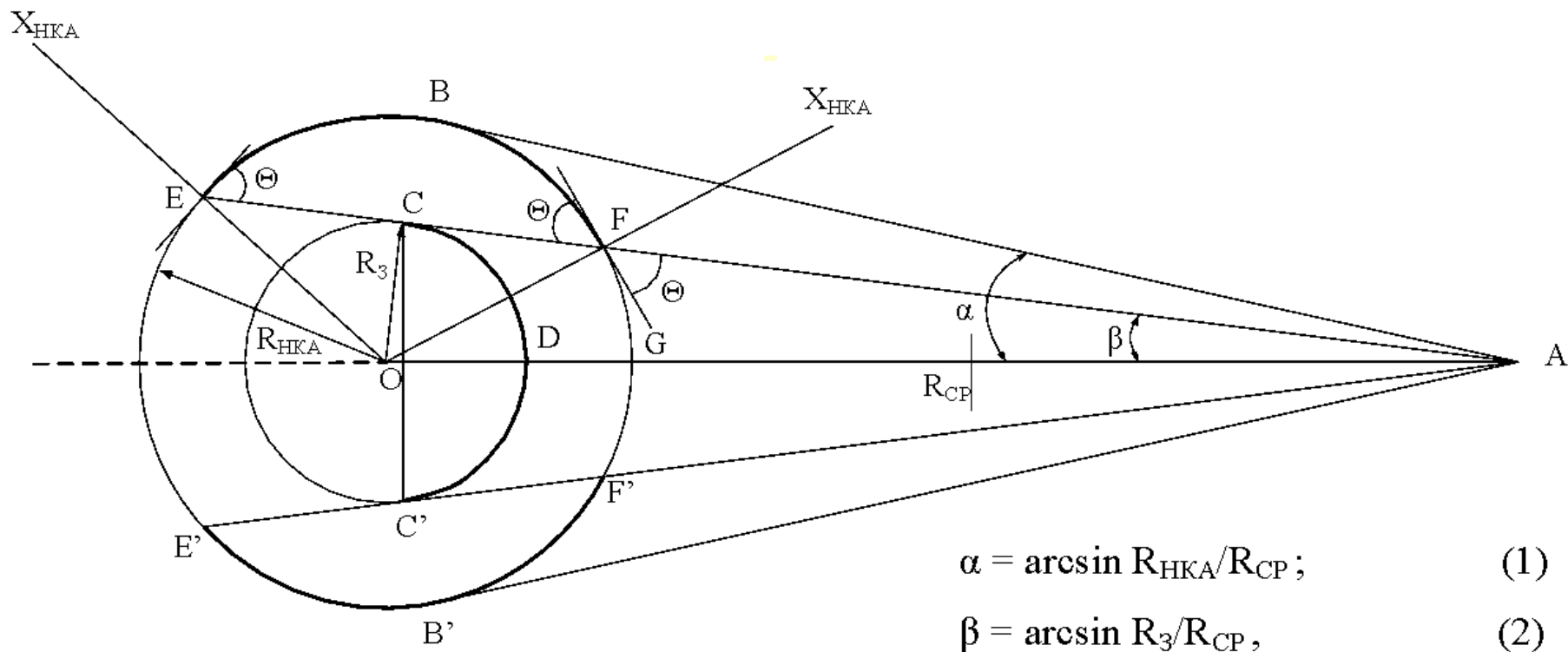
# **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

**АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА  
СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ,  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ  
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ**

# РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

- 1. Анализ принципов построения систем спутниковой связи.**
- 2. Разработка и обоснование структурной схемы спутниковой системы связи с обеспечением помехоустойчивости.**
- 3. Расчет затухания радиосигнала и энергетических параметров на линии «Спутник-Земная станция», а также помехозащищенности от влияния мешающих искусственных спутников Земли.**

# СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ



$\alpha$  – максимальный угол отклонения оси ДН антенны высокоорбитального СР от оси, проходящей через центр Земли и точку расположения высокоорбитального СР;

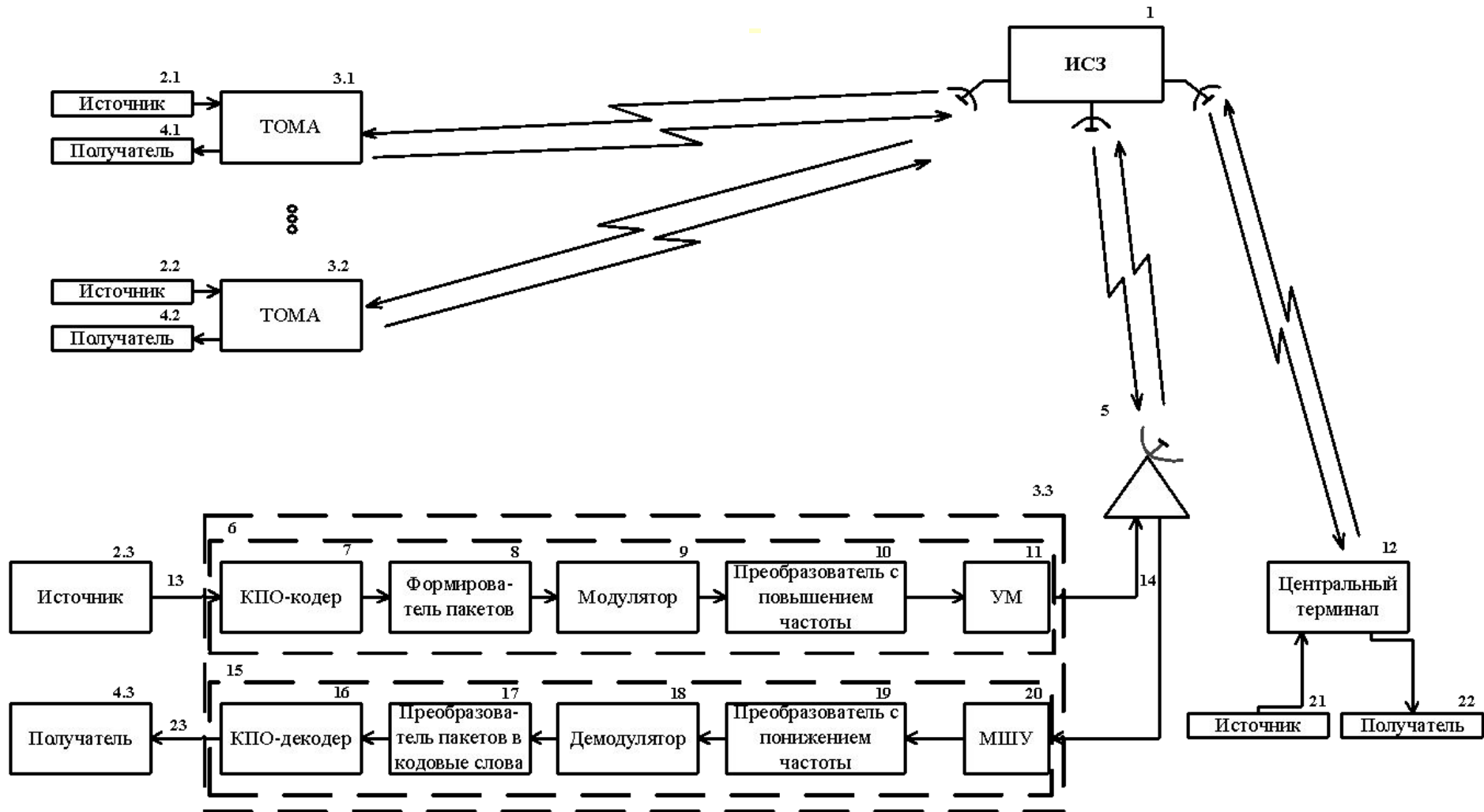
$\beta$  – минимальный угол отклонения оси ДН антенны высокоорбитального СР от оси, проходящей через центр Земли и точку расположения высокоорбитального СР;

$R_{\text{HKA}}$  – радиус орбиты низкоорбитального космического аппарата;

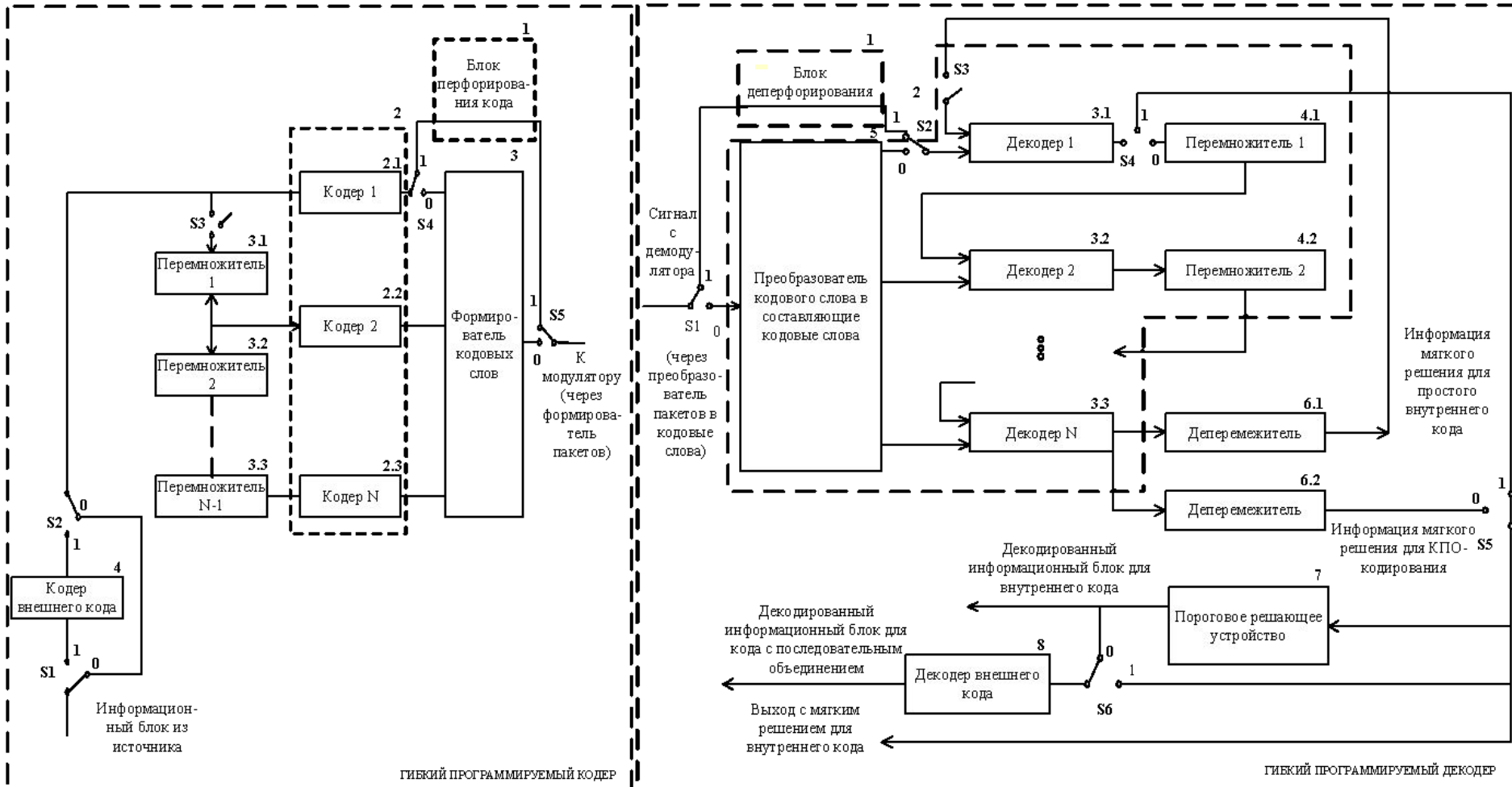
$R_{\text{CP}}$  – радиус орбиты высокоорбитального спутника-ретранслятора;

$R_3$  – радиус Земли.

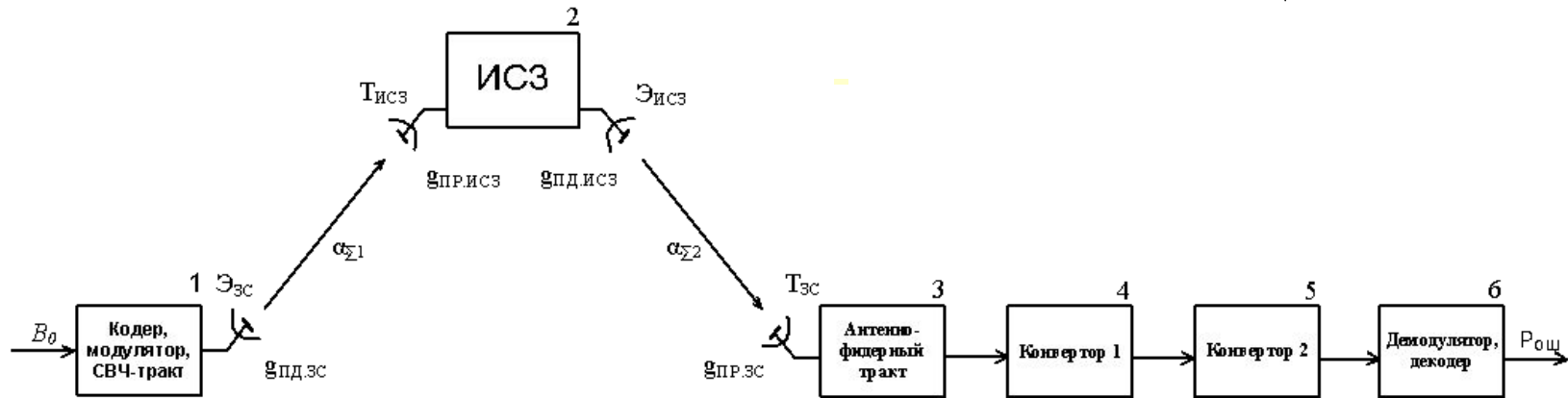
# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМИНАЛОВ С ОЧЕНЬ МАЛОЙ АПЕРТУРОЙ



# РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ В ТЕРМИНАЛАХ С ОЧЕНЬ МАЛОЙ АПЕРТУРОЙ



# РАСЧЕТ ЗАТУХАНИЯ В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ЛИНИИ «СПУТНИК-ЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ»



$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_0 + \alpha_{\text{доп}};$$

$$(1) \quad \alpha_0 = 92.4 + 20 \cdot \lg f_p + 20 \cdot \lg r, \quad (2)$$

$$\alpha_{\text{доп}} = \alpha_{\text{атм}} + \alpha_{\text{д}} + \alpha_{\text{н}} + \alpha_{\text{п}};$$

$$(3)$$

$\alpha_{\Sigma}$  — суммарные потери мощности сигнала в радиолинии, дБ;

$f_p$  — частота несущей ИСЗ, ГГц;

$\alpha_0$  — потери мощности сигнала в свободном пространстве, дБ;

$r$  — наклонная дальность, км.

$\alpha_{\text{доп}}$  — дополнительные потери мощности сигнала, дБ;

$\alpha_{\text{атм}}$  — потери мощности сигнала в атмосфере, дБ;

$\alpha_{\text{д}}$  — потери мощности сигнала в осадках, дБ;

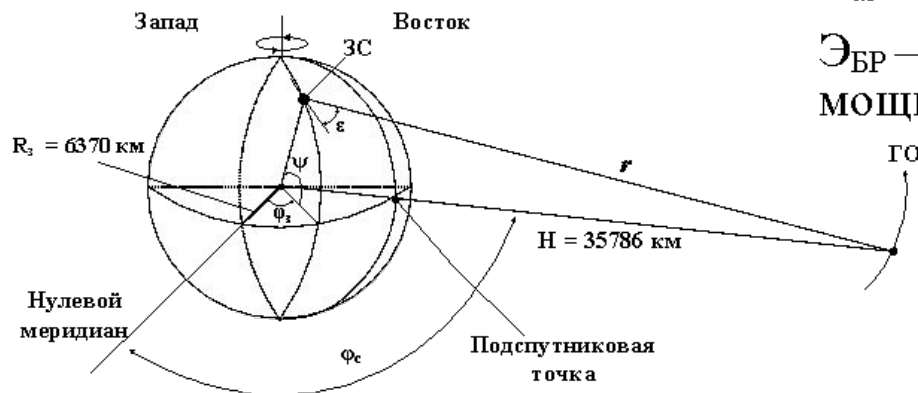
$\alpha_{\text{н}}$  — потери мощности сигнала из-за неточного наведения антенны на ИСЗ, дБ;

$\alpha_{\text{п}}$  — поляризационные потери мощности сигнала, дБ.



# РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ЛИНИИ «СПУТНИК-ЗЕМНАЯ СТАНЦИЯ»

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОЗИЦИЙ ЗС И ИСЗ



$$P_M = \mathcal{E}_{BR} - 10 \cdot \lg(4 \cdot \pi \cdot r^2) - (a_{атм} + a_d + a_n + a_n), \quad (1)$$

$P_M$  — плотность потока мощности, дБВт/м<sup>2</sup>;

$\mathcal{E}_{BR}$  — эффективная изотропно излучаемая мощность, Вт;

$$T_A = T_{ПОР} + T_3 + T_{КОС} + T_{СОБ}, \quad (2)$$

$T_A$  — эквивалентно-шумовая температура, К;

$T_{ПОР}$  — температурная составляющая, обусловленная приемом поглощенной в атмосфере и дожде мощности, К;

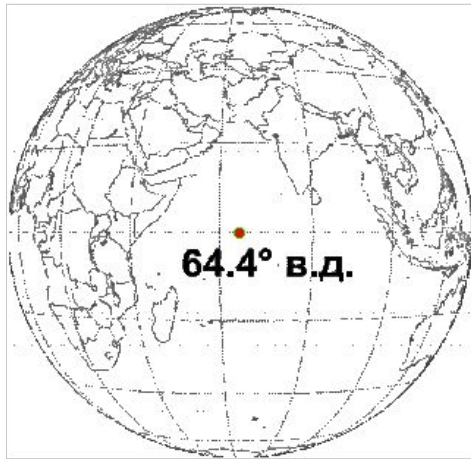
$T_3$  — температурная составляющая, обусловленная приемом антенной фонового излучения Земли через ее боковые лепестки, К;

$T_{КОС}$  — температурная составляющая, обусловленная приемом антенной радиоизлучений Галактики, К;

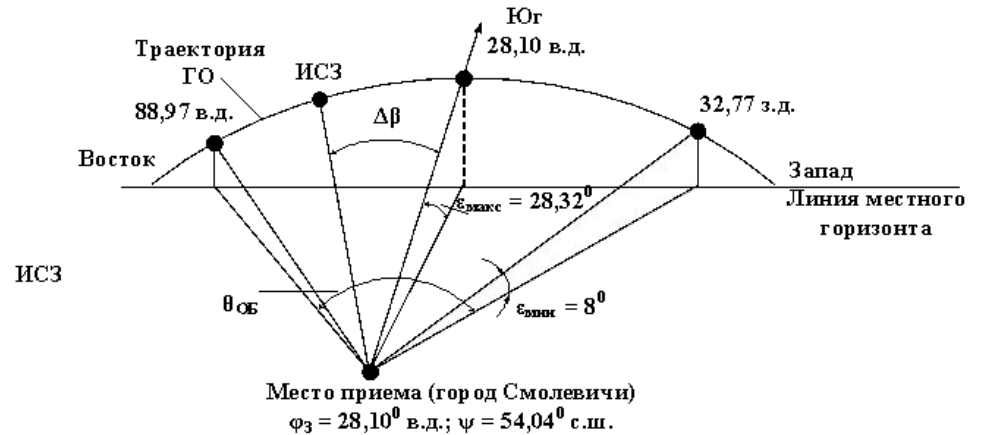
$T_{СОБ}$  — температурная составляющая, обусловленная приемом тепловой мощности из-за омических потерь энергии сигнала в элементах антенны, К;

# РАСЧЕТ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ОТ МЕШАЮЩИХ ИСЗ

ОРБИТАЛЬНАЯ ПОЗИЦИЯ  $64.4^{\circ}$



ПАРАМЕТРЫ НАВЕДЕНИЯ И ПЕРЕСТРОЙКИ АНТЕННЫ



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТИ:

Координаты спутника:  $\varphi_c = 64,4^{\circ}$  в.д.

Координаты земной станции: - долгота:  $\varphi_3 = 28,1^{\circ}$  в.д.  
- широта:  $\psi = 54,04^{\circ}$  с.ш.

Угол места для города Минска:  $\epsilon = 20^{\circ}$

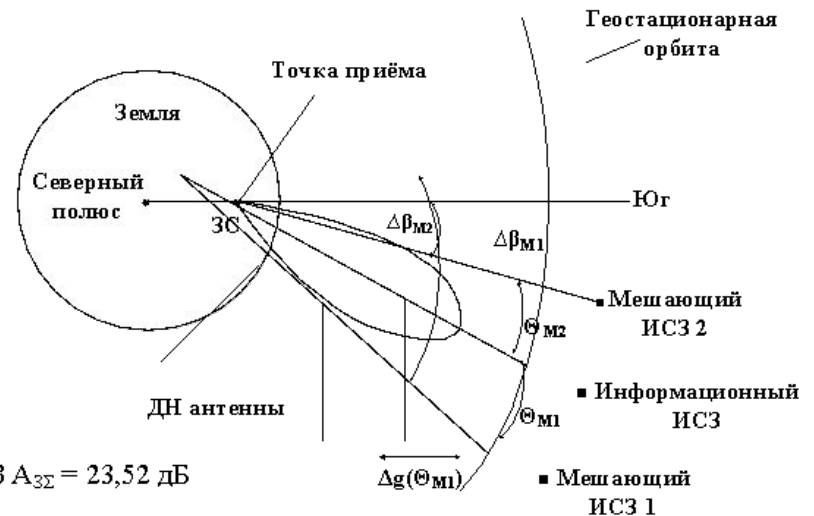
Наклонная дальность для города Минска:  $r = 37\,131$  км

Угловой обзор видимой части дуги ГО, в пределах которого возможен приём сигналов со спутника  $\theta_{\text{об}} = 131,44^{\circ}$

Азимутальное смещение между направлениями на юг и на спутник  $\Delta\beta = 42,22^{\circ}$

Защищенность от суммарного действия помех двух ближайших мешающих ИСЗ  $A_{\Sigma} = 23,52$  дБ

РАЗМЕЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО И ДВУХ МЕШАЮЩИХ СПУТНИКОВ НА ГО



# **ВЫВОД**

**ПРОАНАЛИЗИРОВАННЫ СИСТЕМЫ  
СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ И РАЗРАБОТАНА  
СХЕМА СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ  
СВЯЗИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ  
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ, ПОВЫШЕНА  
ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ И  
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ  
ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ**