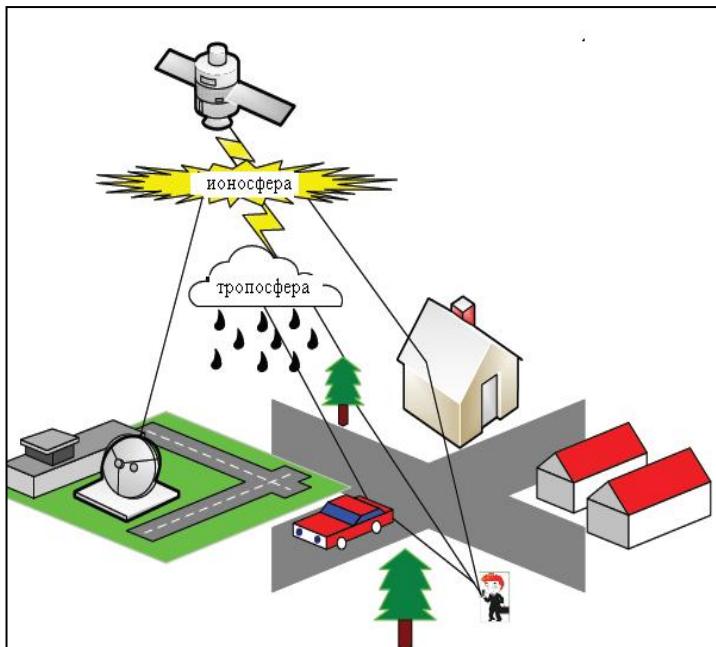


ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ С ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПО ТРАНСИОНОСФЕРНЫМ РАДИОЛИНИЯМ

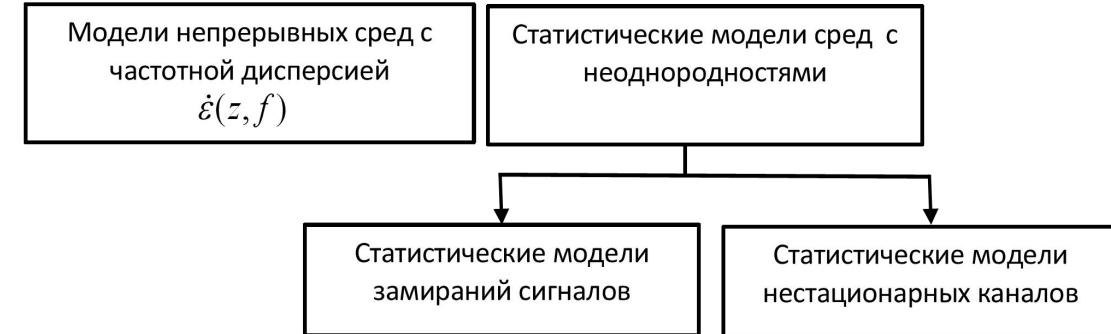
**д.ф.-м.н. Л.Е. Назаров
инженер В.В. Батанов**

Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН

ВВЕДЕНИЕ



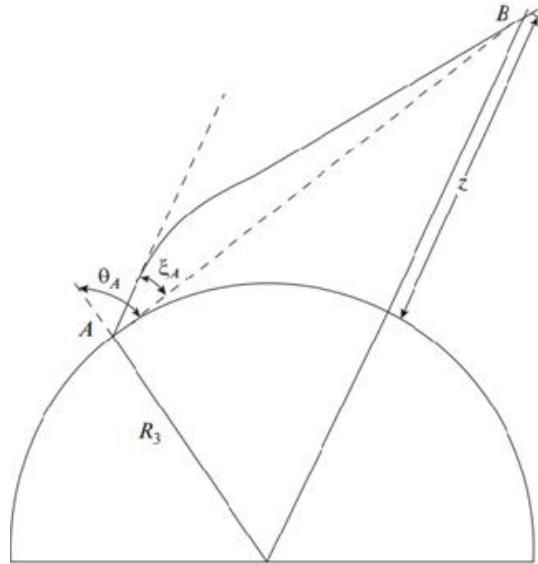
Модели трансионосферных радиолиний,
обуславливающие искажения сигналов при
распространении



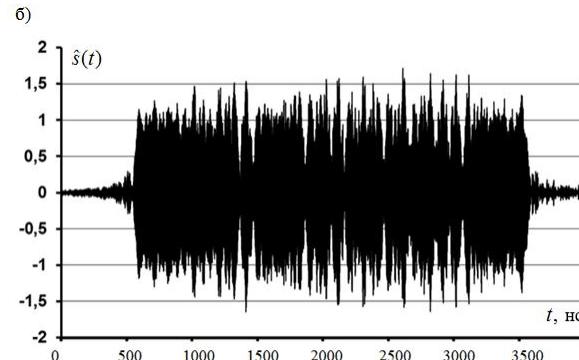
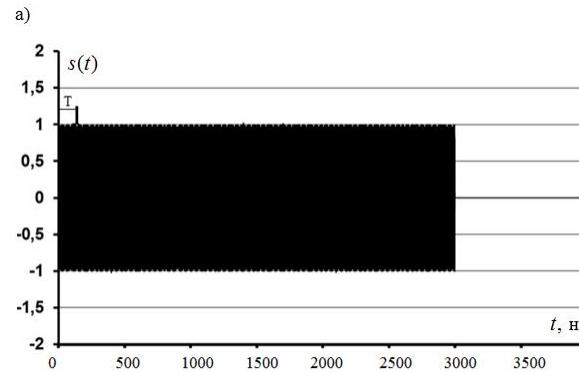
Помехи и искажающие факторы:

- влияние ионосферы, тропосферы;
- многолучевость («дружные» и частотно-селективные замирания);
- доплеровское смещение;
- нестационарность канала передачи;
- снижение мощности сигналов за счет их пространственного распространения;
- наличие аддитивного шума.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ



Распространение сигналов по трансионосферной радиолинии



Фрагмент:
исходного сигнала (а)
искаженного сигнала (б) на выходе трансионосферной линии

ЦЕЛЬ - обобщение результатов анализа вероятностных характеристик обнаружения для сигналов с линейной частотной модуляцией с учетом искажений комплексных огибающих при распространении по трансионосферным радиолиниям

ЛЧМ СИГНАЛЫ

$$s(t) = A \cos(2\pi f_0 t + \pi m t^2 / T^2)$$

$$\text{База сигналов} \quad m = 2f_{\Delta}T$$

МОДЕЛЬ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ

$$\begin{aligned} \dot{s}(t) &= \dot{S}(f) \dot{H}(z, f) \exp(j2\pi f) df \\ \dot{H}(z, f) &= \exp(j2\pi f \tau(z, f)) = \exp(j2\pi f) \frac{dx}{AB} c_\phi(f, x) \\ c_\phi(f, x) &= \frac{c}{\sqrt{\varepsilon(f, x)}} \end{aligned}$$

$$\Delta \tau(z, f) = \frac{\int_0^z n(x, f)(R_3 + x) dx}{c_\phi \sqrt{n^2(x, f)(R_3 + x)^2 - (n_0 R_3 \sin(\theta_A - \xi_A))^2}} - \frac{L_{AB}}{c}$$

$$o_A = \frac{e^2 \sin \theta_A}{m_e \pi^2 f^2} \frac{R_3 \sqrt{(R_3 + z)^2 - R_3^2 \sin^2 \theta_A}}{(R_3 + z_M) L_{AB} \sqrt{(R_3 + z_M)^2 - R_3^2 \sin^2 \theta_A}} \int_0^z N_\Theta(x) dx$$

МОДЕЛИ ИОНОСФЕРЫ

$$e(z, f) = 1 - f_p^2(z) / f^2$$

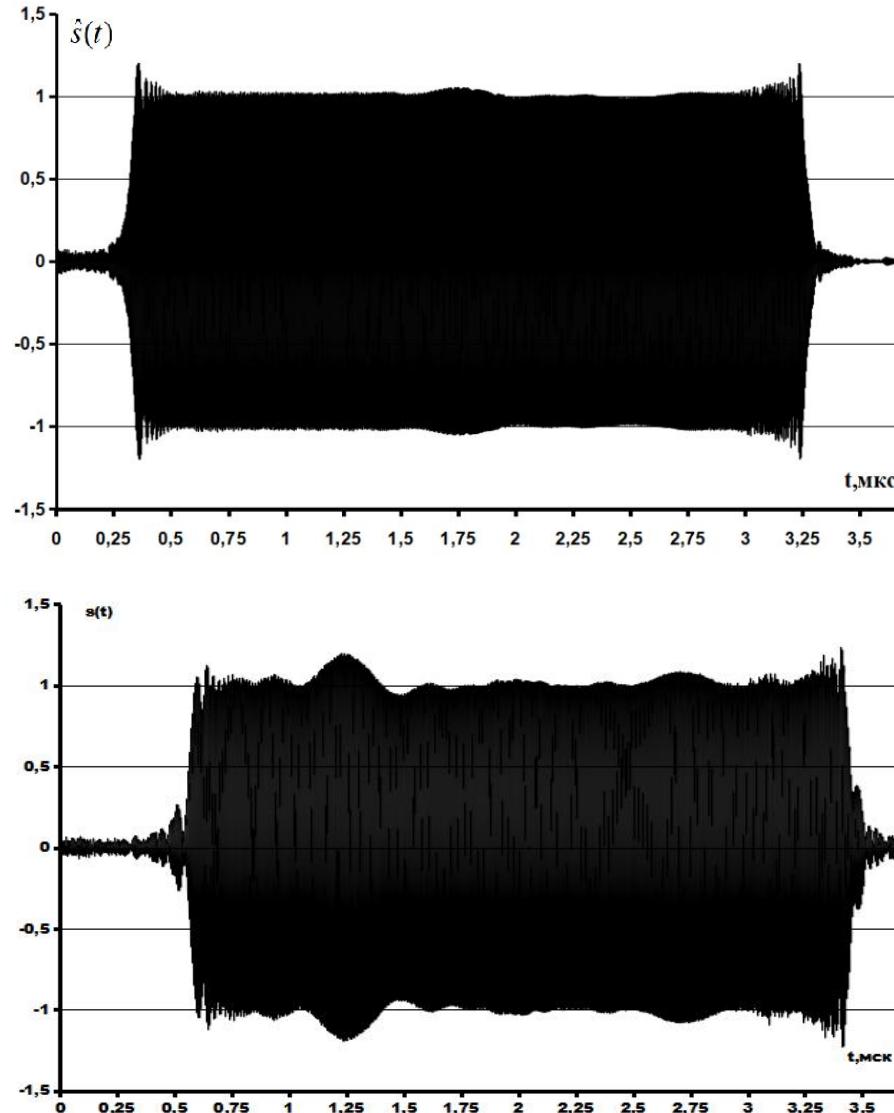
$$f_p(z) = \sqrt{80.8 N_{\vartheta}(z)}$$

Модели высотного профиля электронной плотности - модель Чепмена, глобальная модель Клобушара, модель NeQuick, трехслойная изотропная модель

Однослочная модель Чепмена

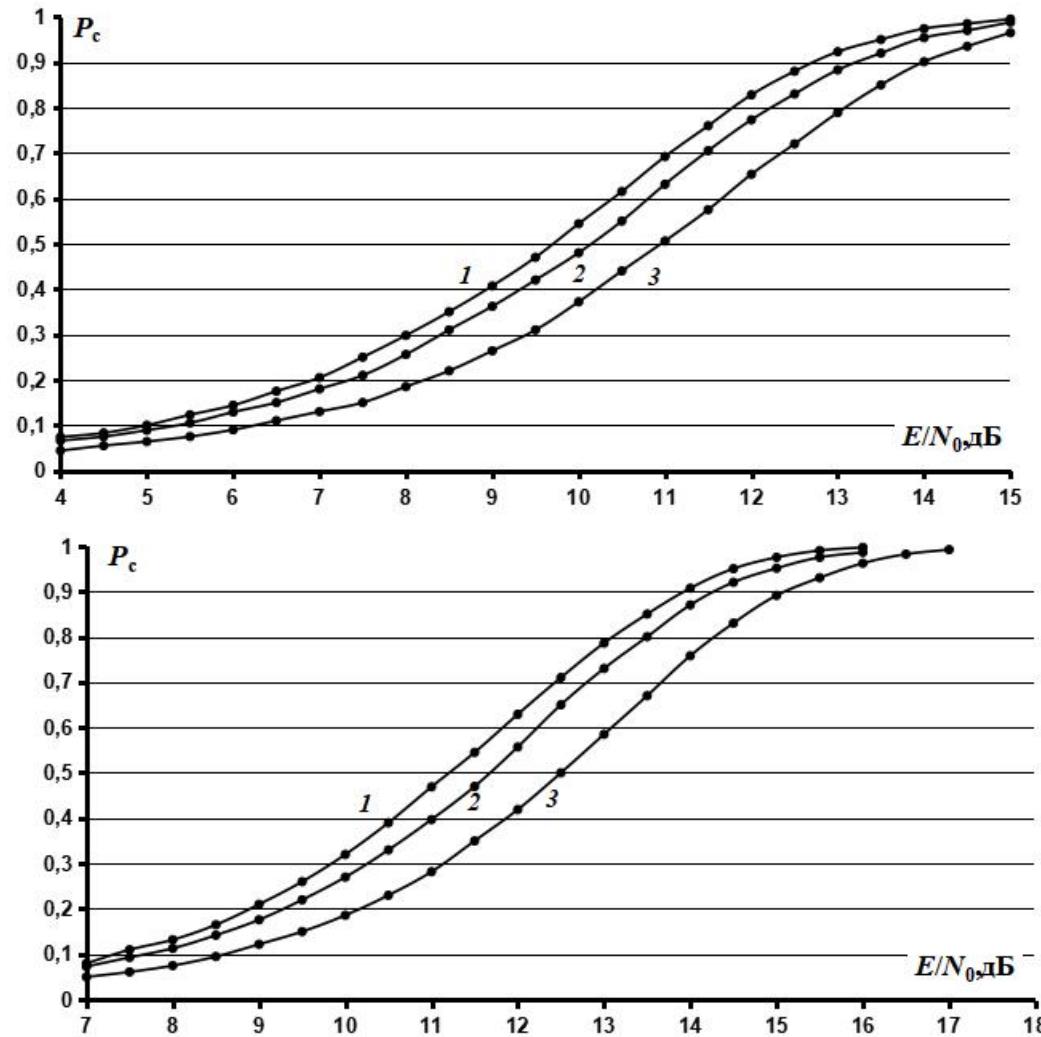
$$N_{\vartheta}(z) = \sqrt{\beta} \exp[-(\exp(b(z - z_M)) + bz)]$$

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ



Вид ЛЧМ сигналов на выходе трансионосферной радиолинии, база 120, зенитный угол 60, 80 град
ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ



Вероятностные характеристики когерентного, некогерентного обнаружения ЛЧМ сигнала с базой 120: 1 - распространение в свободном пространстве; 2 - трансионосферная радиолиния, зенитный угол 0 град; 3 - трансионосферная радиолиния, зенитный угол 60 град

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1. Приведен метод описания искажений огибающих сигналов с частотным заполнением при распространении по изотропным трансионосферным радиолиниям, основанный на представлении сигналов в частотной области.**
- 2. Приведены результаты моделирования алгоритма Неймана с целью оценивания вероятностных характеристик когерентного и некогерентного обнаружения ЛЧМ сигналов и оценивания энергетических потерь, обусловленных искажающим действием дисперсионной трансионосферной радиолинии Р-частотного диапазона по отношению к распространению в свободном пространстве.**
- 3. Энергетические потери для ЛЧМ сигналов с базой 120 и зенитного угла радиолинии 60 град достигают 1.5 дБ, зенитного угла радиолинии 80 град достигают 3.5 град.**
- 4. Вычисленные значения потерь необходимо учитывать при оценивании энергетических бюджетов трансионосферных радиолиний.**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!