

Исследование радиоканалов передачи информации спутниковой системы КОСПАС-САРСАТ

Назаров Л.Е.
Денисова А.С.
Киреев А.А.
Махров П.С.
Пискарев Я.А.
Батанов В.В.

Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН
АО «Российские космические системы»
АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва»

ВВЕДЕНИЕ

Международная спутниковая информационная система Коспас-Сарсат (Космическая Система Поиска Аварийных Судов - Search And Rescue Satellite Aided Tracking) предназначена для обнаружения аварийных ситуаций (суды, самолеты, другие объекты) и вычисления их координат.

Система создана в результате международного сотрудничества СССР, США, Канады и Франции.

В 1985 году система официально объявлена в рабочем состоянии.

В настоящее время создается и отлаживается второе поколение системы на основе сигналов с расширением их базы путем включения псевдослучайных последовательностей.

Specification for second-generation COSPAS-SARSAT 406 MHz distress beacons. C/S T.018. Issue 1. 2016.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

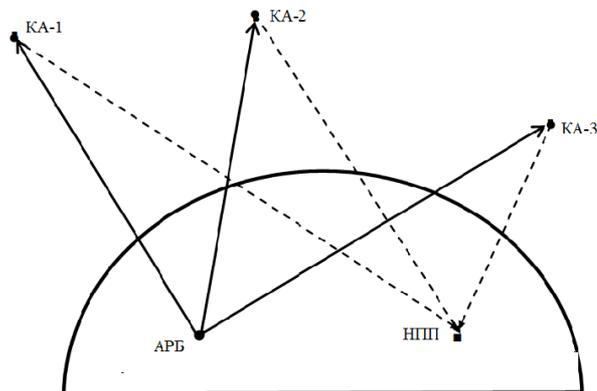


Схема распространения сигналов АРБ

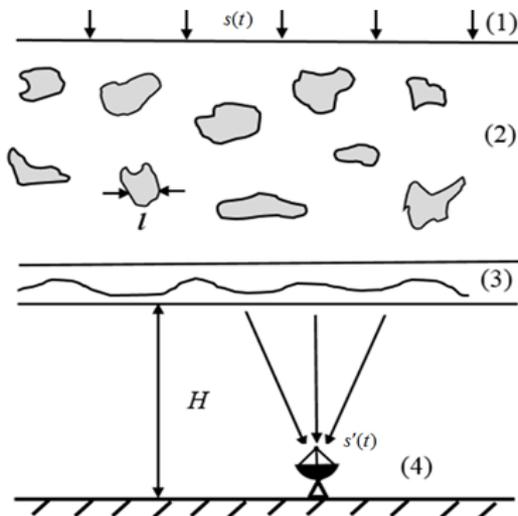
- частотный план: «вверх» - P диапазон (406.0-406.1 МГц); «вниз» L диапазон)
- длительность сигналов – 1 сек
- помехоустойчивый код - БЧХ код;
- тип ПСП - задается режимом работы АРБ («тестовый», «нормальный»);
- режим работы АРБ (начальная передача информации, последовательная передача информации).

Основные искажающие факторы при распространении сигналов:

- наличие аддитивного шума (АБГШ);
- снижение мощности сигналов за счет их пространственного распространения;
- влияние атмосферы (ионосфера - замирания сигналов);
- многолучевость;
- нестационарность линий передачи.

Цель доклада - привести общие результаты анализа качества радиоканалов передачи информации системы относительно параметра сигнал/помеха с использованием моделей искажающего влияния земной ионосферы.

МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛОВ



Распространение сигналов по спутниковой ионосферной радиолинии: 1 - плоская волна; 2 - ионосферный слой с неоднородностями; 3 - фазовый фронт; 4 - наземный приемный пункт.

$$s'(t) = \sum_{i=1}^N a_i s(t - \tau_i, \varphi_i) = \text{Re}(A(t) \exp(j(\varphi_c(t) + \varphi(t))))$$

Вклад копий сигналов определяется неоднородностями электронной плотности ионосферного слоя

$$S^2 = (\langle A^4 \rangle - (\langle A^2 \rangle)^2) / (\langle A^2 \rangle)^2$$

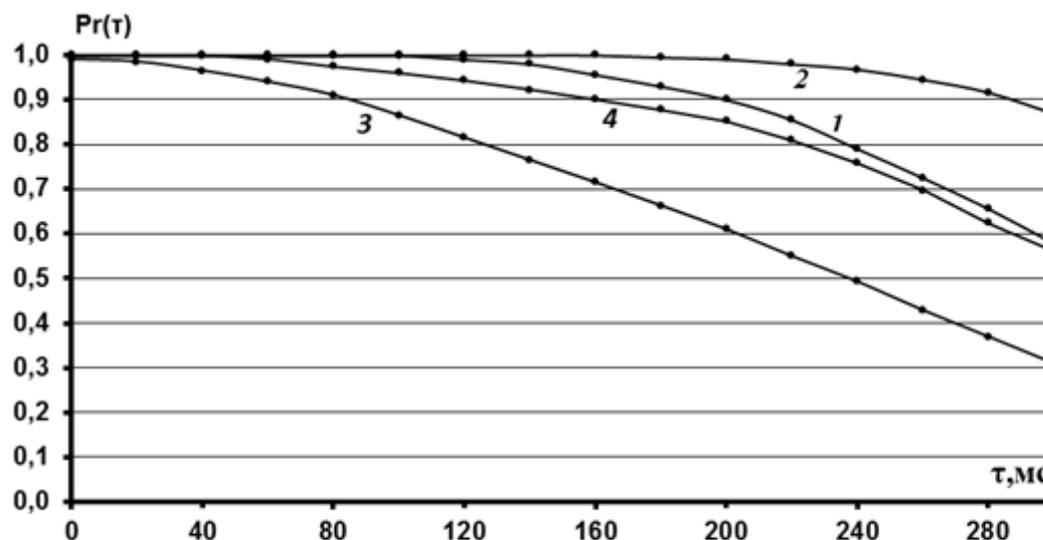
$$S \approx f^{-1.5}$$

$$c = \frac{A_0^2}{\sigma^2} \quad c \approx 1/S^2$$

$$p(\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{\varphi^2}{2\sigma^2}\right) \quad \sigma^2 = S^2$$

$$p(A) = \frac{A}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{A^2 + A_0^2}{2\sigma^2}\right) I_0\left(\frac{AA_0}{\sigma^2}\right)$$

Результаты теоретического анализа

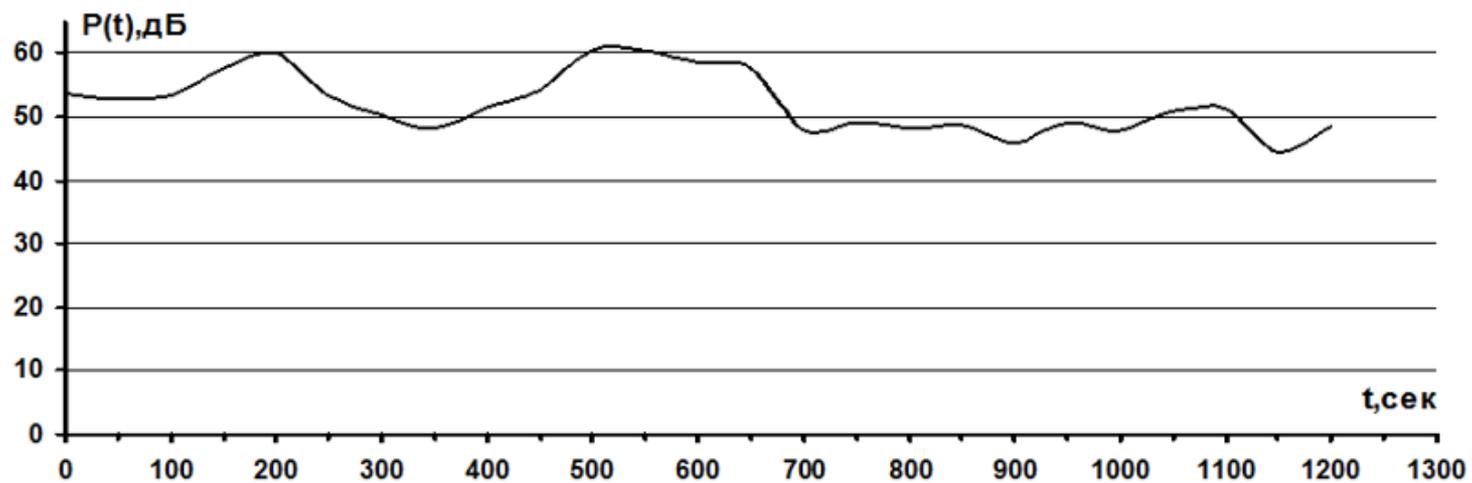


Вероятности времени стационарности радиолиний P - частотного диапазона, скорость движения ионосферных неоднородностей $v = 500$ м/с: кривая 1 - $S = 0.3$, $\Delta = 10^0$; кривая 2 - $S = 0.3$, $\Delta = 20^0$; кривая 3 - $S = 0.6$, $\Delta = 10^0$; кривая 4- $S = 0.6$, $\Delta = 20^0$.

Статистические характеристики замираний сигналов.

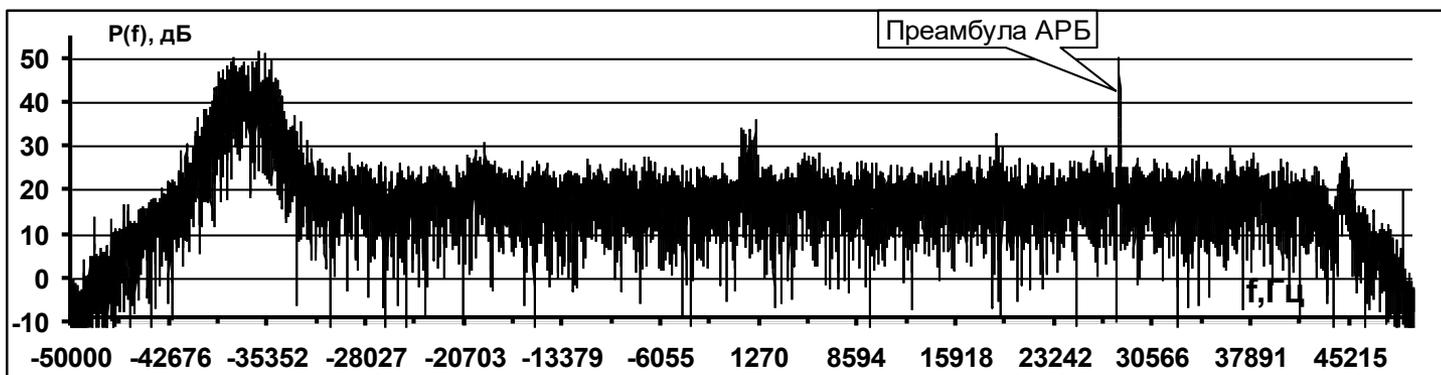
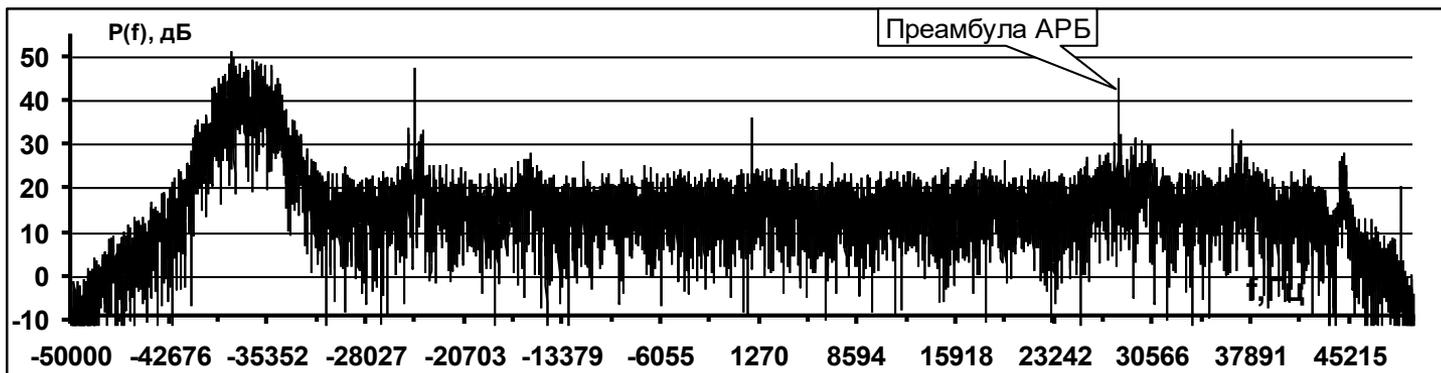
Параметры	P -частотный диапазон ($f = 400$ МГц)	L -частотный диапазон ($f = 1500$ МГц)
S_4	до 0.70	до 0.095
c	> 1.2	> 99.2
P_d (дБ)	до 17.5	до 1.4

Результаты экспериментальных измерений



Зависимость мощности сигналов АРБ-2 от времени.

Результаты экспериментальных измерений



Вид последовательности входных реализаций, содержащих сигналы АРБ-1

ВЫВОДЫ

1. Получены экспериментальные зависимости мощности сигналов аварийных буев АРБ-2 от времени, обусловленные влиянием земной ионосферы – вариации достигают 6 дБ.
2. Результаты экспериментальных данных согласуются с результатами теоретических исследований относительно моделей распространения сигналов по радиолиниям P – частотного диапазона.
3. Приведенные значения замираний сигналов АРБ необходимо учитывать при анализе качества работы спутниковой информационной системы Коспас-Сарсат.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!