

# РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОН ОБНАРУЖЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Корнев А.С., Савенков Е.И.

Научный руководитель – д. т. н. Шокало В.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Основ радиотехники, тел. (057) 702-14-30),

In this paper we investigate a new method of constructing detection zone with a constant outage probability of digital communication systems.

Одним из основных показателей качества работы цифровых систем передачи информации (ЦСПИ) является вероятность обнаружения  $P_{об}$  их сигналов с помощью отводного канала. В работах [1, 2] приведены зависимости  $P_{об}$  от соотношений сигнал/шум ( $S/N$ ) в легитимном и отводном каналах, а также от секретной скорости передачи информации  $R_s$ , при которой работа ЦСПИ еще не обнаруживается. На практике часто требуется знать область пространства (зону обнаружения) в пределах которой  $P_{об} \geq 0,7$ , что соответствует критерию отсутствия условий безопасной работы канала связи.

Цель работы – изложение предложенного авторами метода расчета зоны обнаружения радиоканала ЦСПИ с вероятностью  $P_{об}$  не меньше заданной величины.

Опираясь на работу [1] и вводя ряд приближений, в докладе получено следующее выражения для вероятности обнаружения

$$P_{об} = 1 - \left( \exp \left[ - \frac{2^{R_s} - 1}{(S/N)_л} \right] \right)^{\frac{\alpha_o \cdot F_o^2(r_o, \theta_3) \cdot F_{II}^2(r_o, \theta_1)}{\alpha_l \cdot F_l^2(r_l, \theta_2) \cdot F_{II}^2(r_l, \theta_1)}}, \quad (1)$$

где  $(S/N)_л$  – отношение сигнал/шум в легитимном канале;  $r_l, r_o$  – расстояние от антенны передатчика до антенн приемников легитимного и отводного каналов соответственно;  $\alpha_o, \alpha_l$  – функциональные зависимости затухания сигнала в легитимном и отводном каналах;  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  – текущие углы отсчетов значений угловых интенсивностей напряженности поля (УЗИП) передающей антенны  $F_{II}(r_l, \theta_1)$  и приемных антенн легитимного  $F_l(r_l, \theta_2)$  и отводного  $F_o(r_o, \theta_3)$  каналов в местной системе координат.

Применяя выражение (1) можно построить зону обнаружения ЦСПИ, воспользовавшись понятием кривых постоянной вероятности обнаружения  $P_{об}(r, \theta) = const$ . Они ограничивают двумерное пространство на плоскости  $(r, \theta)$ , внутри и на границе которого  $P_{об}(r, \theta) \geq 0,7$ . Строятся кривые постоянной вероятности обнаружения таким образом. Вначале по формуле (1) рассчитываются кривые  $P_{об} = f(r)$  при различных углах  $\theta_{3i}$ . Рассчи-

тантные кривые аппроксимируются полиномами, которые приравняются к заданному значению  $P_{об} = 0,7$ . Для каждого из этих уравнений находятся корни  $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ . Кривая, проходящая через точки  $(r_1, \theta_{31}), (r_2, \theta_{32}), \dots, (r_n, \theta_{3n})$  и является кривой постоянной вероятности обнаружения.

Предварительно были проведены экспериментальные исследования УЗИП для оценки вероятности обнаружения. Антенна отводного канала располагалась по отношению к оси легитимного канала так, что на передатчик был направлен либо максимум (линия 1 на рис. 1), либо минимум ее УЗИП (линия 2 на рис.1). Подробнее, описание эксперимента будет изложено в докладе. Результаты расчетов по предложенному методу зоны обнаружения *Wi-Fi* канала представлены на рис. 1.

В силу неравномерности УЗИП граница зоны обнаружения имеет сложную конфигурацию. Достоверность изложенного метода построения зон обнаружения по критерию  $P_{об} = 0,7$  проверялась экспериментально. На рис. 1 точками 3 обозначена оценка  $P_{об}(r, \theta_3)$  при направлении максимума УЗИП антенны отводного канала на передатчик,

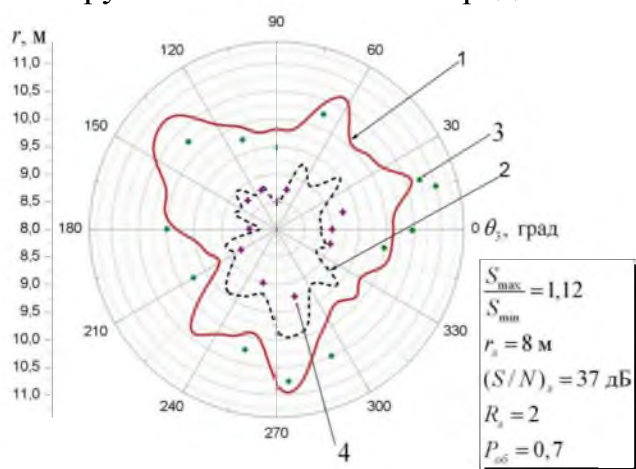


Рис. 1

крестиками 4 – оценка  $P_{об}(r, \theta_3)$  при направлении на передатчик её минимума. По результатам проведенной экспериментальной проверки можно заметить, что между кривыми постоянной производительности и данными натурного эксперимента наблюдается хорошая согласованность. На основании этого факта можно сделать вывод, что разработанный метод применим при проектировании ЦСПИ с заданным уровнем вероятности обнаружения.

Предложен метод расчета радиоканала ЦСПИ с заданной вероятностью обнаружения, основанный на построении зоны обнаружения по критерию  $P_{об} \geq 0,7$ . Проведен натурный эксперимент, результаты которого хорошо согласуются с теоретическими кривыми.

**Список литературы:** 1. Barros J., Rodrigues M.R.D. Secrecy capacity of wireless channels // In: 2006 IEEE International Symposium on Information Theory, IEEE Press, New York. – pp. 356–360. 2. Chrysikos T., Dagiuklas T., Kotsopoulos S. A Closed-Form Expression for Outage Secrecy Capacity in Wireless Information-Theoretic Security // Proceedings of Security in Emerging Wireless Communication and Networking Systems (SEWCN'09). – Springer, 2010. – Vol. 42 of Lecture Notes in Computer Science. – pp. 3–12.