

# ЗАЩИТА УСТРОЙСТВ БЫСТРОГО ПОИСКА ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ ОТ ПОДОБНЫХ ПОМЕХ

Бабинцев В.В., Петров И.Е., Частиков А.В.

Вятский государственный университет  
610000, г. Киров, ул. Московская, 36, E-mail: [res@riac.ru](mailto:res@riac.ru)

**Реферат:** Исследуется метод защиты устройств быстрого поиска шумоподобных сигналов от нескольких подобных помех.

1. Интенсивное развитие широкополосных систем передачи информации (СПИ), в которых используется цифровая обработка для приема шумоподобных сигналов (ШПС), потребовало решения проблемы надежного вхождения в синхронизм. Использование методов ускоренного вхождения в синхронизм выявили их очевидный недостаток – подверженность воздействию помехам, из которых наиболее сильное действие оказывают структурные или подобные помехи (ПП), свойственные многоадресным системам.

По результатам анализа воздействия ПП на устройства быстрого поиска шумоподобных сигналов [1] предложен способ подавления одной ПП [2]. Компенсация ПП осуществляется на основе обнаружения помехи, определения структуры и оценивания ее амплитуды. Предложено организовать дополнительный канал из адаптивного приемного устройства (ПУ) с нелинейным фильтром (НФ), аналогичным используемому для поиска искомого ШПС [3]. Компенсация помехи в блоке защиты от ПП позволяет снизить потери от ее действия до 1,5-2 дБ.

В данной работе продолжены исследования ПУ с НФ для поиска ШПС в условиях действия нескольких мощных ПП и белого гауссовского шума. Для обеспечения защиты от нескольких ПП в структуру блока защиты введены дополнительные каналы оценивания параметров помех и выполнена проверка эффективности его работы.

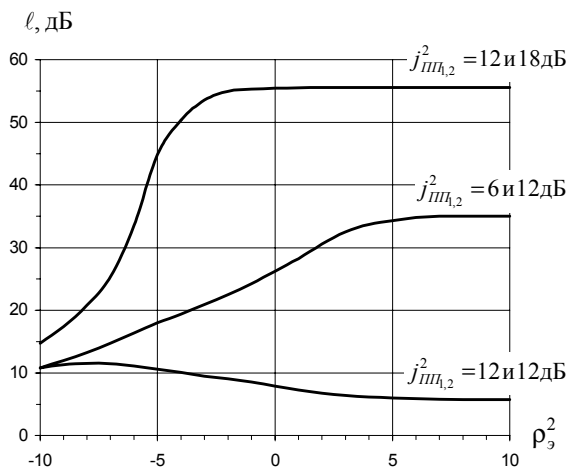


Рис.1

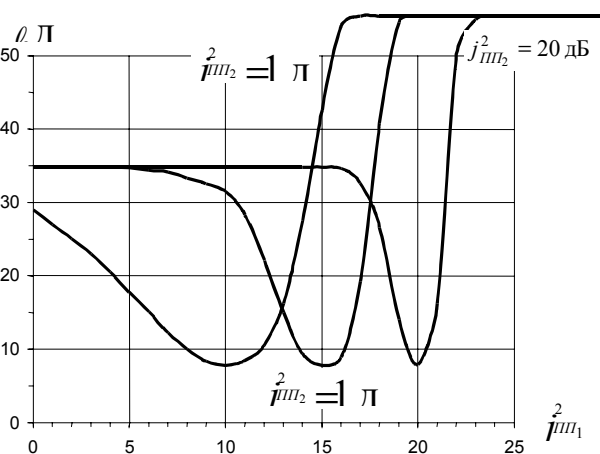


Рис.2

2. Оценим степень влияния двух и более ПП на помехоустойчивость ПУ с НФ для быстрого поиска ШПС.

На рис.1 приведены графики потерь  $\ell$  от воздействия двух ПП в зависимости от отношения сигнал-шум  $\rho_0^2$  при отношениях помеха-сигнал  $j^2_{III} = 6, 12$  и  $18$  дБ для степеней первообразующего полинома: ПСП -  $m = 7$ , помех -  $m_{III} = 5$  и  $9$ .

Из анализа графиков следует, что потери  $\ell$  возрастают при уменьшении интенсивности шума вследствие ослабления эффекта рандомизации. Исключение составляет случай равенства интенсивностей ПП, что можно объяснить взаимной рандомизацией помех.

На рис.2 представлены графики потерь  $\ell$  от воздействия двух ПП в зависимости от отношения помеха-сигнал  $j^2_{III,1}$  при  $m = 7$ ,  $m_{III} = 5$  и  $9$ ,  $\rho_0^2 = 0$  дБ и фиксированных значениях отношений помеха-сигнал  $j^2_{III,2} = 10, 15$  и  $20$  дБ.

Можно заметить, что при равенстве мощностей ПП<sub>1</sub> и ПП<sub>2</sub> наблюдается снижение потерь из-за эффекта взаимной рандомизации помех. Уменьшение ширины “впадин” с ростом отношения помеха-сигнал объясняется ослаблением рандомизирующего действия шума.

На рис.3 представлены графики потерь  $\ell$  от воздействия трех ПП в зависимости от отношения помеха-сигнал одной  $j_{\text{ПП}_1}^2$  при величине  $\rho_9^2 = 0$  дБ и фиксированных значениях отношений помеха-сигнал  $j_{\text{ПП}_{2,3}}^2 = 9, 12, 15$  и  $21$  дБ.

При некоторых соотношениях значений мощностей ПП<sub>1</sub>, ПП<sub>2</sub> и ПП<sub>3</sub> наблюдается снижение потерь вследствие непредсказуемой взаимной рандомизации.

**3.** Было проведено исследование помехоустойчивости адаптивного ПУ с НФ при наличии блока защиты от ПП, осуществляющего компенсацию ПП после обнаружения ПП на основе оценивания структуры и амплитуды ПП [3].

Зависимость выигрыша в помехоустойчивости  $i$  от отношения сигнал-шум  $\rho_9^2$  при различных значениях отношения помеха-сигнал  $j_{\text{ПП}_{1,2}}^2$  иллюстрирует рис.4. Анализ графиков показывает, что при воздействии ПП с разными мощностями существенный выигрыш в помехоустойчивости наблюдается в широком диапазоне отношений сигнал-шум  $\rho_9^2$  и растет по мере снижения интенсивности шума, что объясняется ослаблением влияния шума на оценивание параметров ПП. Наихудший случай наблюдается при ПП одинаковой интенсивности из-за резкого снижения точности оценивания параметров ПП.

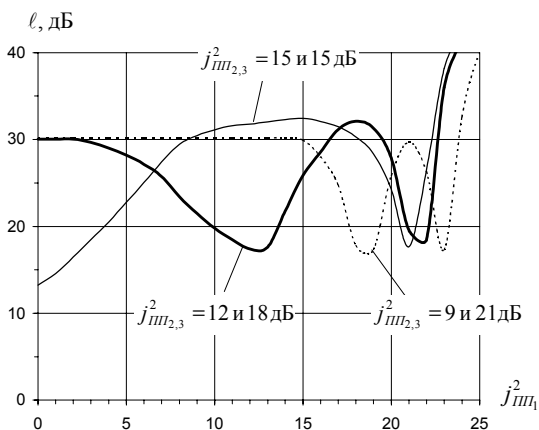


Рис.3

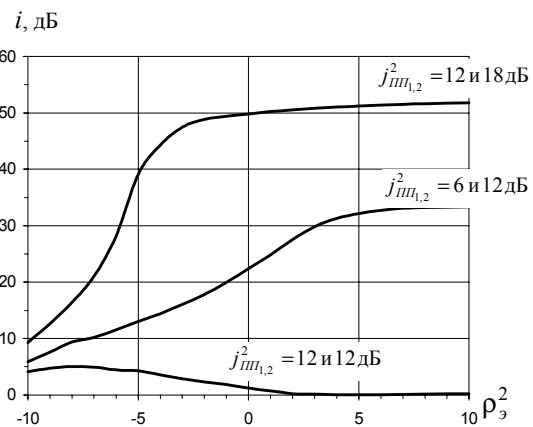


Рис.4

На рис.5 представлены графики выигрыша в помехоустойчивости  $i$  после компенсации ПП в зависимости от отношения помеха-сигнал  $j_{\text{ПП}_1}^2$  при  $m = 7$ ,  $m_{\text{ПП}} = 5$  и  $9$ ,  $\rho_9^2 = 0$  дБ и фиксированных значениях отношений помеха-сигнал  $j_{\text{ПП}_2}^2 = 10, 15$  и  $20$  дБ.

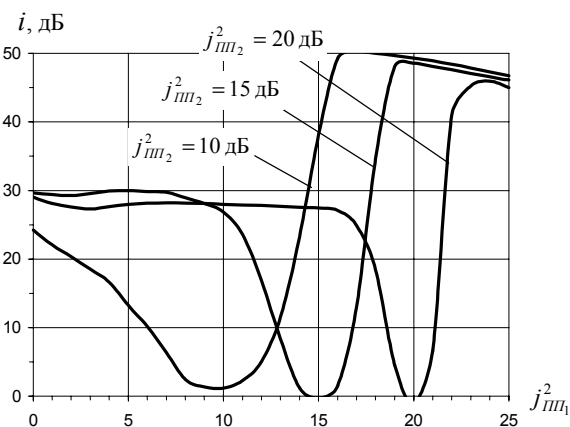


Рис.5

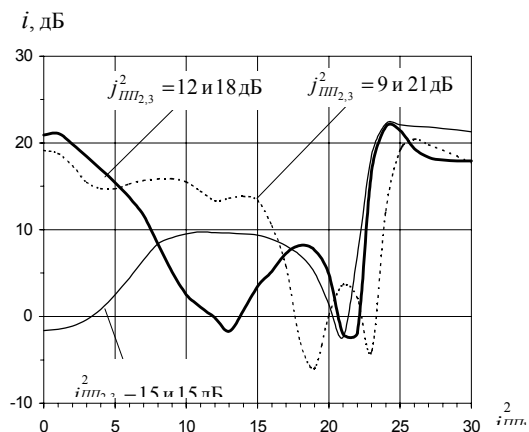


Рис.6

На графиках наблюдается уже отмеченная ранее тенденция – выигрыш  $i$  в помехоустойчивости резко падает при действии сопоставимых по мощности ПП. Для случаев превышения мощности ПП<sub>1</sub> на 3-5 дБ по сравнению с ПП<sub>2</sub> выигрыш слабо зависит от мощности ПП<sub>2</sub>.

Зависимость выигрыша  $i$  в помехоустойчивости от величины  $j_{\text{ПП}_1}^2$  и фиксированных значений  $j_{\text{ПП}_{2,3}}^2$  для  $m = 7$ ,  $m_{\text{ПП}} = 5$  и  $9$  и  $\rho_s^2 = 0$  дБ представлены на рис.6.

Можно отметить, что при увеличении помех с двух до трех в среднем наблюдается выигрыш в помехоустойчивости, хотя эффективность блока защиты снижается. Из-за сложного характера комбинаторного взаимодействия ПП при оценивании параметров помех и их компенсации, начиная с наиболее мощной, выигрыш может даже отсутствовать.

Таким образом, предлагаемый метод защиты от ПП устройств быстрого поиска ШПС, позволяющий осуществлять их подавление при незначительном повышении структурной сложности, показал свою эффективность при борьбе с несколькими ПП.

4. Основным узлом каналов оценивания параметров ПП блока защиты является адаптивный НФ, структура которого определяет основные затраты на практическую реализацию и оказывает решающее значение на производительность системы.

Оценим быстродействие и аппаратные затраты при реализации адаптивного НФ на основе программируемых потребителем ПЛИС. Расчеты показали, что можно обеспечить системную частоту 250 МГц при реализации четырехканального блока защиты на PLD семейств Virtex-II Pro (Xilinx) и Mercury (Altera).

### Литература

1. Бабинцев В.В., Частиков А.В. Анализ воздействия подобных помех на устройство быстрого поиска псевдослучайных сигналов // Наука-производство-технология-экология: Тезисы докл. рег. НТК. - Киров, 2000. - В 3-х т., т. 2. - С. 49-50.
2. Бабинцев В.В., Частиков А.В. Метод борьбы с подобными помехами в устройствах быстрого поиска // Радиолокация, навигация, связь: Сб. тр. VII МНТК. -Воронеж, 2001. - В 3 т., т.2.- С. 732-738.
3. Бабинцев В.В., Петров И.Е., Частиков А.В. Блок защиты от подобных помех. // Цифровая обработка сигналов и ее применение: Докл. 4-й межд. конф.. – М.: 2002. - В 3-х т., т. 1. – С.126-129.



## PROTECTION OF DEVICES OF FAST SEARCH PSEUDONOISE SIGNALS FROM SIMILAR INTERFERENCE

Babintsev V., Petrov I., Chastikov A.

Vyatka state university  
36, st. Moscow, Kirov, 610000, E-mail: [res@riac.ru](mailto:res@riac.ru)

In devices of a receive of pseudonoise signals (PNS) the methods of fast synchronization widely are used. Most dangerous are the interference, similar signal (SI). For protection of devices of fast search of PNS in [1,2] is offered a method of compensation of one SI. For the solution of a problem it is necessary at first to detect an interference, and then to determine structure of an interference and to evaluate its amplitude.

Method of suppression of several powerful items here is offered. With this purpose the structure of the unit of protection is supplemented by channels of a parameter estimation of interferences. The check of an overall effectiveness of the unit of protection is executed.

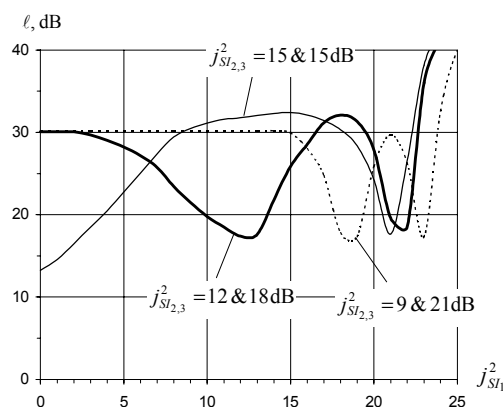


Fig.1.

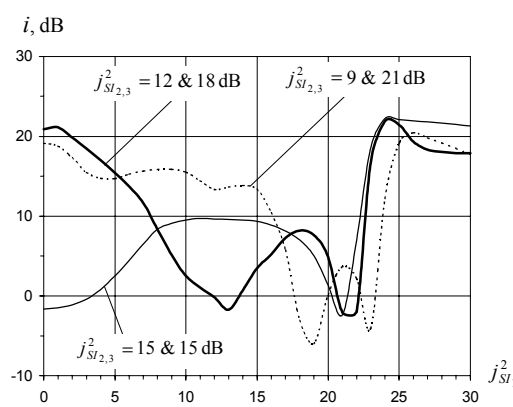


Fig.2.

The researches of influencing two and three SI on a noise immunity of a receiving device of fast search PNS were conducted. Without the unit of protection of loss grow at increase of interference-to-signal ratio and decrease of intensity of a noise (fig. 1). At usage of the unit of protection the improvement in a noise immunity (fig. 2) is on the average watched. The efficiency of the unit of protection with increase of number of interferences is reduced. The abnormal behavior of curves is watched at comparable powers SI owing to a mutual randomization. The charts are obtained at following parameters:  $m = 7$  – length of sequence; SI with  $m_{SI} = 5, 7$  and  $9$ ;  $\rho_e^2 = 0$  dB – the signal-to-noise ratio;  $j^2_{SI}$  – the interference-to-signal ratio.

The four-channel unit of protection with system frequency 250 MHz can be realised on PLD of Virtex-II Pro family (Xilinx) and Mercury family (Altera).

### Reference

1. Бабинцев В.В., Частиков А.В. Метод борьбы с подобными помехами в устройствах быстрого поиска // Радиолокация, навигация, связь: Сб. тр. VII МНТК. - Воронеж, 2001. - В 3 т., т.2. - С. 732-738.
2. Бабинцев В.В., Петров И.Е., Частиков А.В. Блок защиты от подобных помех. // Цифровая обработка сигналов и ее применение: Докл. 4-й межд. конф. – М.: 2002. - В 3-х т., т. 1. – С.126-129.