

Вятский государственный университет,
кафедра радиоэлектронных средств,
610000, г.Киров, ул.Московская, 36.
тел. (8332)-693295, факс (8332)-626578, e-mail: epetrov@riac.ru

Реферат: рассматривается возможный вариант быстрой кодовой синхронизации в системах связи с многостанционным доступом.

Современные системы связи с многостанционным доступом (ССМД) используют для синхронизации и обеспечения конфиденциальности передаваемой информации псевдослучайные сигналы (ПСС), сформированные на кодовых последовательностях различной структурной сложности. Широкое распространение для формирования ПСС получили псевдослучайные последовательности из класса линейных рекуррентных последовательностей максимального периода [1].

Кодовое разделение каналов связи наряду с явными преимуществами вызывает необходимость решения задачи, связанной с обеспечением быстрой кодовой синхронизации в системе связи. Время кодовой синхронизации, т.е. время поиска ПСС, является одним из важнейших параметров системы связи с кодовым разделением каналов. Попытки уменьшения времени поиска ПСС в большинстве случаев приводят к построению многоканальных устройств, требующих значительных технических ресурсов на их реализацию [2]. Успехи в области микроэлектроники позволяют лишь частично преодолеть трудности реализации многоканальных устройств и тем самым сократить время кодовой синхронизации искомого ПСС с приемным устройством.

Требования к устройствам синхронизации во многом определяются областью применения системы связи и должны формулироваться исходя из наихудшего случая. В реальных условиях на входе приемника абонентской станции (АС) ССМД одновременно присутствует несколько конкурирующих ПСС, принадлежащих одному классу, то есть сформированных на одной и той же ПСП, циклически сдвинутой относительно базовой. АС из совокупности ПСС на входе выбирает ПСС с наибольшей амплитудой. Аналогичным свойством обладает устройство быстрого поиска, синтезированное в работах [3,4].

В основу работы устройства быстрого поиска положены уравнения нелинейной фильтрации дискретного параметра ПСС (фаза, частота и др.), последовательность значений которого аппроксимируется сложной цепью Маркова с двумя состояниями. Так как m -значная комбинация является наименьшей частью рекуррентной ПСП периода $L = 2^m - 1$, определяющей ее вид и задержку, то задача обнаружения ПСС и измерения его задержки может быть сведена к задаче обнаружения и распознавания m -значной комбинации ПСП искомого ПСС.

В [3] получена система нелинейных уравнений фильтрации m -значных комбинаций дискретного параметра ШПС:

$$u_{1(k+1)} = [f_{k+1}(\Phi_1) - f_{k+1}(\Phi_2)] + \epsilon_k + z_1(\epsilon_k, \pi_{ij}) \leq H, \quad (1)$$

где $u_{(k+1)} = \ln \left(\frac{p_{1(k+1)}}{p_{2(k+1)}} \right)$ – логарифм отношения апостериорных вероятностей состояний дискретного параметра; $[f_{k+1}(\Phi_1) - f_{k+1}(\Phi_2)]$ – разность логарифмов функций правдоподобия состояний дискретного параметра ПСС; $\epsilon_k = \text{sign}(\Phi_i) |u_k|$ – оценка u_{k+1} в k -ом такте; π_{ij} ($i, j = 1, 2$) – элементы матрицы вероятности перехода из одного состояния дискретного параметра ПСС в другое за один такт работы системы; H – порог обнаружения;

$$z(\epsilon_k, \pi_{ij}) = \ln \left(\frac{\pi_{11} + \pi_{21} \exp\{-\epsilon_k\}}{\pi_{22} + \pi_{12} \exp\{\epsilon_k\}} \right), \quad i, j = 1, 2; \quad (2)$$

$$\langle |u_k| \rangle = \frac{1}{m} \sum_{i=0}^{m-1} |u_{k-i}|. \quad (3)$$

Устройство быстрого поиска бинарных ПСС, моделирующее алгоритм (1) представлено на рис.1.

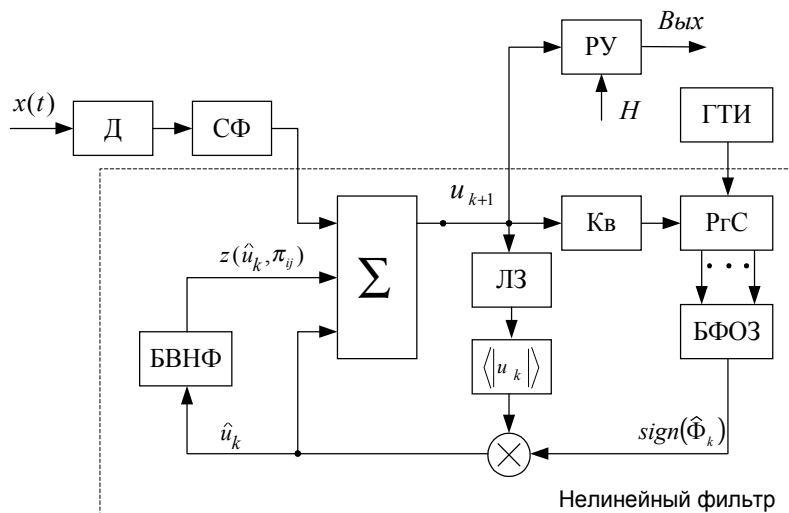


Рис.1.

Устройство состоит из синхронного детектора (Д), фильтра (СФ), согласованного с сигналом одного символа ПСП, нелинейного фильтра (НФ), включающего в себя сумматор (Σ), линию задержки на такт, квантователь (Кв), регистр сдвига (РгС) m -значной комбинации символов и регистр для хранения усредненного значения $\langle u_k \rangle$, блока формирования оценки знака $\text{sign}(\hat{\Phi}_k)$ (БФОЗ), блока вычисления нелинейной функции $z(\hat{u}_k, \pi_{ij})$ (БВНФ), решающего устройства (ПУ), определяющего задержку принимаемого ПСС и генератора тактовых импульсов (ГТИ).

Исследования помехоустойчивости устройства быстрого поиска ПСС показали, что при наличии на входе ПУ нескольких конкурирующих ПСС кодовая синхронизация устанавливается с тем ПСС, который имеет наибольшую амплитуду.

На рис. 2а и 2б представлены графики зависимости вероятностей распознавания m -значных ($m = 10$) комбинаций символов двоичной рекуррентной ПСП, на основе которой сформированы ФМ ПСС действующие на входе устройства быстрого поиска (рис.1), от времени работы системы в тактах (k). Рис.2а соответствует случаю, когда на входе устройства быстрого поиска присутствует один ПСС и конкурирующих ПСС нет, отношение сигнал/шум в элементе ПСС равно $\rho_s^2 = 0$ дБ по мощности.

Вероятности распознавания m -значных комбинаций символов того же ПСС при наличии на входе ПУ четырех конкурирующих ПСС меньшей интенсивности ($\rho_s^2 = -2, -4, -6$ и -8 дБ) представлены на рис.2б. Там же приведены кривые распознавания m -значных комбинаций символов ПСП двух конкурирующих ПСС при априорно заданной вероятности перехода $p_{ii} = 0.95$.

Анализ полученных результатов (рис.2) показывает возможность вхождения в кодовый синхронизм с наиболее мощным из присутствующих на входе устройства поиска ПСС на интервале исследования значительно меньшем периода ПСП сигнала $L = 2^{10} - 1 = 1023$. Достоинством предложенного метода является низкие технические затраты на реализацию устройства поиска ПСС.

Литература

1. Адресные системы управления и связи. Вопросы оптимизации / Г.И.Тузов, Ю.В.Урядников, В.И.Прытков и др.; Под ред. Г.И.Тузова. – М.: Радио и Связь, 1993. – 384 с.
2. Rappoport S.S., Griego D.M. Spread-spectrum signal acquisition: methods and technology/ IEEE Communications Magazine, 1984, V.22, #6, p.6-21.
3. Частиков А.В. Нелинейная фильтрация шумоподобных сигналов, построенных на рекуррентных последовательностях максимального периода // Радиотехника и электроника, 2001. т.40, №9, с.1114-1120.
4. Е.П.Петров, Д.Е.Прозоров. Фильтрация шумоподобных сигналов на основе рекуррентных последовательностей с произвольным основанием. // Труды. VIII МНТК "Радиолокация, навигация, связь" - Воронеж: 2002, с.381-386.

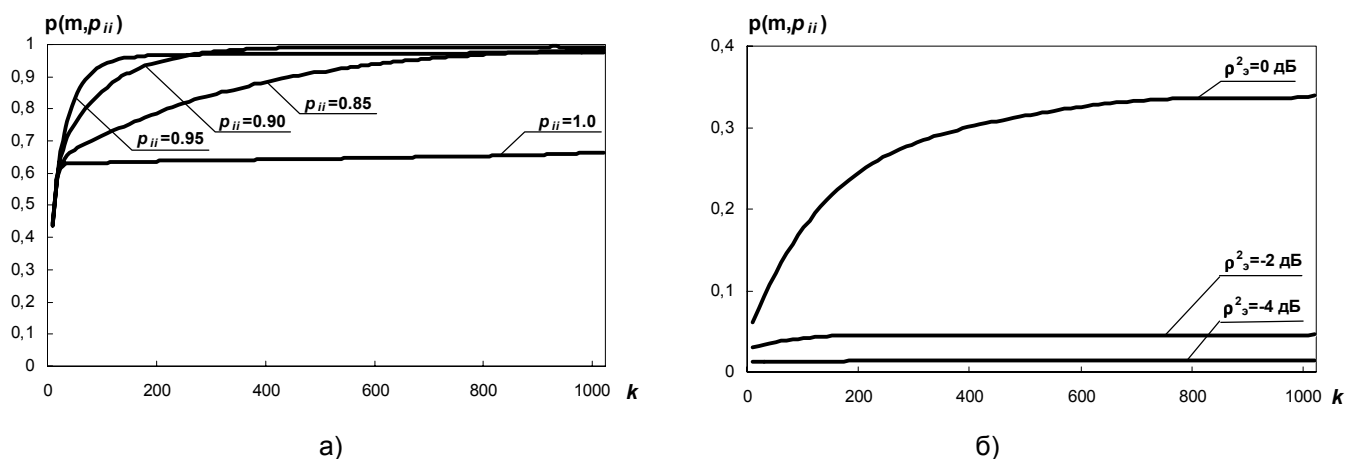


Рис.2.

METHOD OF CODE SYNCHRONIZATION IN DIGITAL SYSTEMS OF COMMUNICATION WITH A MULTIPLE-ACCESS

Prozorov D., Medvedeva E.

Vyatka State University

36 Moscow str., Kirov, 610000, Russia, E-mail: res@riac.ru

In communications systems with a multiple-access the pseudo-random signals formed on recurrent pseudo-random sequences are widely applied. In such systems the subscriber station receives simultaneously some competitive signals and selects from them a signal with the greatest amplitude. Similar property has the synthesized device of fast searching.

The equations of a non-linear filtration of discrete parameter of a pseudo-random signal, sequence of values which one can be submitted by a compound Markov-sequence with two condition:

$$u_{1(k+1)} = [f_{k+1}(\Phi_1) - f_{k+1}(\Phi_q)] + \hat{\epsilon}_k + z_1(\hat{\epsilon}_k, \pi_{ij}) \leq H, \quad (1)$$

where $u_{(k+1)} = \ln \left(\frac{P_{v(k+1)}}{P_{q(k+1)}} \right)$ – the logarithm of the ration of posterior probabilities of conditions of discrete parameter of a signal; $[f_{k+1}(\Phi_1) - f_{k+1}(\Phi_q)]$ – difference of logs of likelyhood functions of condition of discrete parameter of a signal; $\hat{\epsilon}_k = \text{sign}(\hat{\Phi}_k) |u_k|$ – estimation u_{k+1} ; π_{ij} ($i, j = 1, 2$) – members of a transpose of a matrix of transient probabilities of discrete parameter of a signal; H – detection threshold;

$$z(\hat{\epsilon}_k, \pi_{ij}) = \ln \left(\frac{\pi_{11} + \pi_{21} \exp\{-\hat{\epsilon}_k\}}{\pi_{22} + \pi_{12} \exp\{\hat{\epsilon}_k\}} \right), \quad i, j = 1, 2. \quad (2)$$

The probabilities of identification of a pseudo-random signal at a signal-to-noise ratio 0 dB and availability on an input receiving device four competitive signals of smaller power (-2, -4, -6 and -8 dB) are submitted in figure 1. The schedules of identification of a two competitive pseudo-random signal there are submitted at is a priori of a given transition probability $p_{ii} = 0.95$.

The analysis of the obtained outcomes demonstrates a capability of signing on a code synchronism with most potent of present on an input of a searcher of pseudo-random signals on an interval of research considerably of smaller of a season of a signal. Advantage of an offered method is also low technical costs of implementation of a searching device.

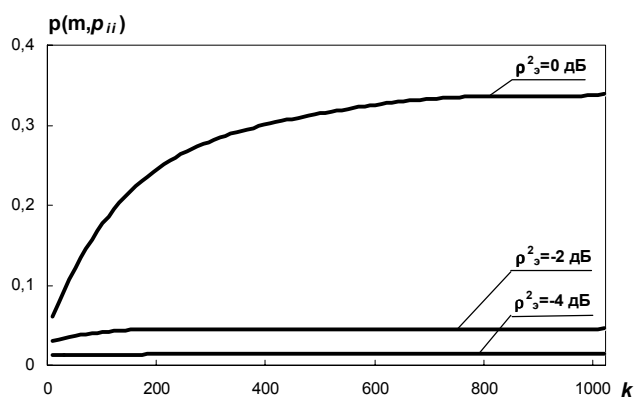


Figure 1.