

Секція: Технічні науки

Ніколаєнко Богдан Анатолійович

*кандидат технічних наук,
старший викладач спеціальної кафедри № 3
Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації
КПІ імені Ігоря Сікорського
м. Київ, Україна*

Василенко Сергій Вікторович

*кандидат технічних наук,
старший викладач спеціальної кафедри № 3
Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації
КПІ імені Ігоря Сікорського
м. Київ, Україна*

ФІЛЬТРАЦІЇ ПОЧАТКОВИХ ФАЗ СКЛАДОВИХ OFDM-СИГНАЛУ ПРИ ОБРОБЦІ “В ЦІЛОМУ”

На теперішній час активно розвиваються та використовуються бездротові системи передачі даних. При проектуванні таких систем виникає завдання вибору технології передачі сигналів, а також завдання вибору варіанта множинного доступу.

Однією з перспективних є технологія ортогонального частотного поділу - мультиплексування (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM), що являє собою передачу даних на взаємно ортогональних по частоті несівних коливань. Вона знайшла широке застосування в сучасних радіотехнологіях, таких як Wi-Fi, Wi-MAX, радіорелейних й інших видах зв'язку [1; 2, с. 179].

Але сигнали OFDM, у випадку використання на кожній з піднесівних частот багатопозиційні сигнально-кодові конструкції, не розраховані на

функціонування в складних заводських умовах. У зв'язку з цим є актуальним подальший пошук шляхів підвищення завадостійкості процедур демодуляції OFDM-сигналу за умови зменшення кратності модуляції на піднесівних частотах до 2 включно [3, с. 1441-1452].

Пропонується рішення задачі фільтрації початкових фаз піднесівних частот, що спирається на умову наявності аналітичного зв'язку між їхніми початковими фазами на передавальній стороні та використання цього зв'язку на приймальній стороні.

Методика синтезу. Припустимо, що на вході пристрою фільтрації присутнє спостереження виду:

$$y_t = \sum_{i=1}^{2^n} [s_i(r_i, \vec{\lambda}_i, t) + n_i(t)] = \sum_{i=1}^{2^n} \{(-1)^{r_i} A_i \cos[(\omega_0 + i\Delta\omega)t + \varphi] + n_i(t)\}, \quad (1)$$

Загальновідомо, що кількість складових OFDM-сигналу дорівнює 2^n . При цьому зазвичай використовуються значення $n = 8 - 11$. Не виключене застосування сигналів з іншими розмірностями. Розмірковування виконаємо для найпростішого випадку $n = 1$.

На цьому етапі з метою спрощення викладення й розуміння матеріалу припустимо, що у векторі $\vec{\lambda}_i$ неперервних параметрів OFDM-сигналу оцінка амплітуд (A_i , де $i = \overline{1, 2^n}$) не знадобиться (нехай на кожній із піднесівних застосовується фазова модуляція кратності 2). З цієї причини вважаємо, що $n_i(t) \equiv n(t)$; $N_{0i} \equiv N_0$; $\forall i = \overline{1, 2^n}$.

Тоді для прикладу, коли у нас присутні дві піднесівні частоти ($n = 1$) рівняння фільтрації початкової фази φ , матиме наступний вигляд:

$$\dot{\varphi} = -\frac{2k_{\varphi\varphi}}{N_0} \sum_{i=1}^2 y_t A_i \sin [(\omega_0 + i\Delta\omega)t + \varphi^*] \times \\ \times th \frac{2A_i}{N_0} \int_{t_{k-1}}^t y_t \cos[(\omega_0 + i\Delta\omega)\tau + \varphi^*] d\tau, t \in [t_{k-1} t_k), \quad (2)$$

де: $K_{\varphi\varphi}$ – апостеріорна дисперсія фази φ ; $\dot{\varphi}$ – похідна початкової фази сигналу, загальна для усіх піднесівних частот; φ^* – оцінка фази.

З рівняння (2) бачимо, що зняття маніпуляції за допомогою плинного вагового зворотного зв'язку в двох OFDM-підканалах відбувається незалежно у результаті формування різниць апостеріорних мір станів індивідуальних двійкових дискретних перетворень $r_i = \overline{0,1}$; $i = \overline{1,2}$. Разом з цим фільтрація (оцінювання) початкової фази φ опорного коливання відбувається на основі "групового" спостереження.

При цьому правило прийняття рішення щодо станів дискретних параметрів має вигляд:

$$r_i^* = \text{rect} \left[- \int_{t_{k-1}}^{t_k} y_t \cos[(\omega_0 + i\Delta\omega)t + \varphi^*] dt \right], i = \overline{1,2}. \quad (3)$$

На рисунку 1 представлена структурна схема процедури фільтрації складових OFDM-сигналу при обробці "в цілому".

Принцип роботи. На виході пристроїв перемноження спостереження y_t на низку піднесівних коливань формується сума впливів напруг, що за допомогою реактивного елемента коригує початкову фазу опорного генератора. Тобто, завдяки аналітичному зв'язку початкових фаз піднесівних на передавальній стороні у коригуванні початкової фази опорного генератора на приймальній стороні рівнозначно приймають участь усі спостереження, кількість яких дорівнює кількості піднесівних частот.

У випадку якщо початкові фази піднесівних частот прийнятого сигналу співпадають з початковими фазами піднесівних частот, що формуються на передавальній стороні, то коригування початкової фази опорного генератора приймача, з якого формуються аналітично пов'язані за початковими фазами опорні піднесівні частоти, не потрібне.

Якщо ж початкові фази піднесівних частот прийнятого й переданого сигналу не співпадають з результатами "групового" спостереження, тоді

початкові фази коригуються шляхом сумування результатів неспівпадінь та їх впливу на початкову фазу опорного генератора.

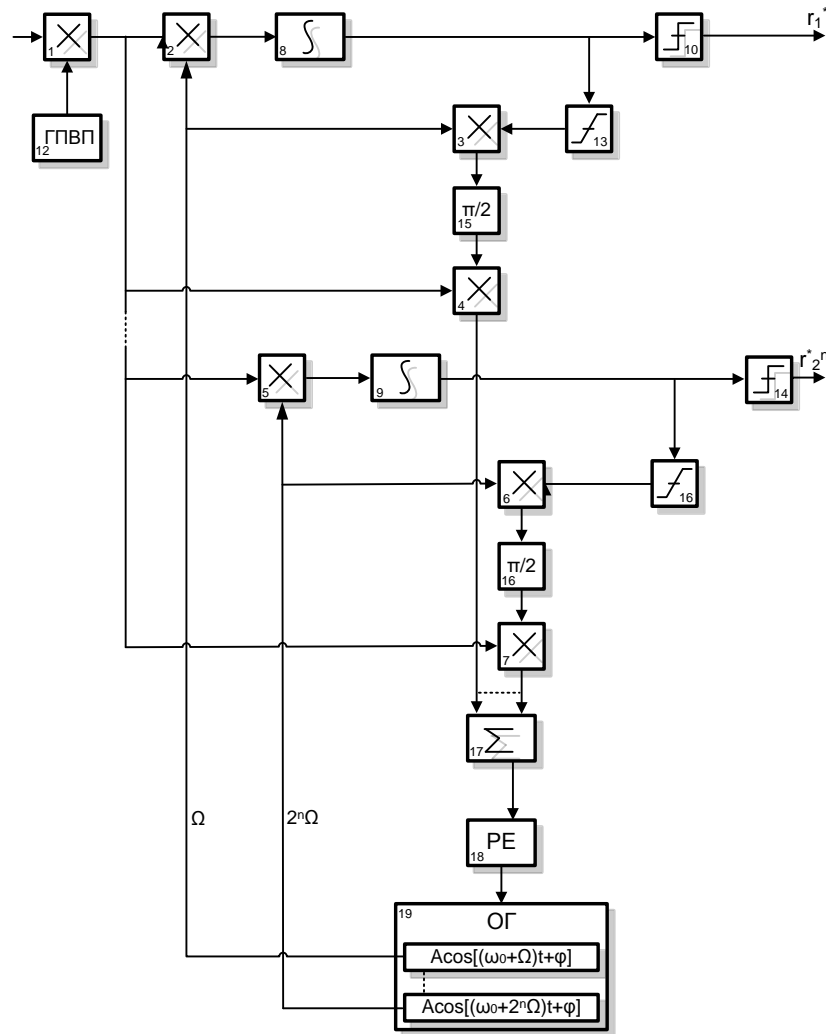


Рис. 1. Структурна схема процедури фільтрації складових OFDM-сигналу при обробці “в цілому”

Використання запропонованої методики способу синтезу фільтрації початкових фаз складових OFDM-сигналу при обробці “в цілому” забезпечить підвищення завадостійкості процесу демодуляції OFDM-сигналу у порівнянні з існуючими за рахунок того, що на передавальній стороні передбачений аналітичний зв’язок між початковими фазами піднесівних, а в процедуру оцінювання початкової фази опорного генератора залучено все спостереження [4, 94-99].

Пристрій фільтрації, що пропонується, може бути впроваджений на вже існуючих радіозасобах, що працюють з OFDM-сигналами, або використаний при розробці нових перспективних засобів з технологією OFDM.

Література

1. Про апаратуру бездротових систем зв'язку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.micran.ru/about/partners/dealer_rrl/ / Дата доступу: березень 2013. – Назва з екрану.
2. Рашич А.В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учеб. Пособие / А.В. Рашич – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2011. – 179 с.
3. Тихонов В.И. Оптимальная фильтрация дискретно-непрерывных процес сов / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов, В.А. Смирнов:– Радиотехника и электроника, 1978. – том №7. – С. 1441-1452.
4. Єрохін В.Ф. Математична модель демодуляції OFDM-сигналу “в цілому” / В.Ф.Єрохін, Б.А. Гиндич // Збірник наукових праць спеціальні телекомунікаційні системи та захист інформації. – Київ, 2013, Випуск 1 (23). – С. 94-99.