

СПОСІБ СУМІСНОЇ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ТА МОДЕМНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ СТРУКТУРНОЇ ЗАВАДИ ЦИФРОВОЇ РАДІОЛІНІЇ З ШИРОКОСМУГОВИМ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИМ СИГНАЛОМ

Василенко С.В., Єрохін В.Ф.

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації

Національного технічного університету України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна

E-mail: vasylenko.iszzi@gmail.com

METHOD OF COMBINED SPACE-TIME AND MODEM COMPENSATION OF STRUCTURAL INTERFERENCE OF A DIGITAL RADIO LINE WITH BROADBAND PHASE-MANIPULATED SIGNALS

In order to compensate for the structural interference in the input mixture of the broadband phase-manipulated signal and the structural interference, the paper proposes the combined use of space-time and modem compensation.

З метою підвищення якості прийому сигналів в умовах дії активних завад широкопasmові системи радіозв'язку з двійковою фазовою маніпуляцією використовують адаптивні антенні решітки (ААР). При цьому виникає необхідність у мінімізації середньоквадратичної помилки прийнятого сигналу, що може бути досягнуто за рахунок динамічного управління параметрами ААР.

Для вирішення цього завдання у роботах [1–5] пропонується для управління ААР використовувати широкопasmові сигнали на основі квазіортогональних послідовностей з хорошими автокореляційними властивостями. При цьому згортка сигналу виконується у демодуляторі приймача широкопasmового сигналу та не передбачає жодних процедур компенсації завад.

В роботі [6] пропонується у демодуляторі додатково здійснювати сумісну просторово-часову та модемну компенсацію структурної завади. При цьому одночасна відбувається згортка корисного сигналу у вхідній суміші широкопasmового фазоманіпульованого сигналу та компенсація структурної завади з подальшою демодуляцією та формуванням оцінки завади.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що з вхідної суміші широкопasmового сигналу та структурної завади, яка надходить на вхід ААР, шляхом згортки, оцінки початкової фази та амплітуди, здійснюється формування оцінки структурної завади, яка в подальшому використовується для формування так званої “нев'язки” за допомогою якої і відбувається управління діаграмою спрямованості ААР.

Запропонований спосіб може бути реалізований за допомогою пристрою, структурна схема якого представлено на рис. 1.

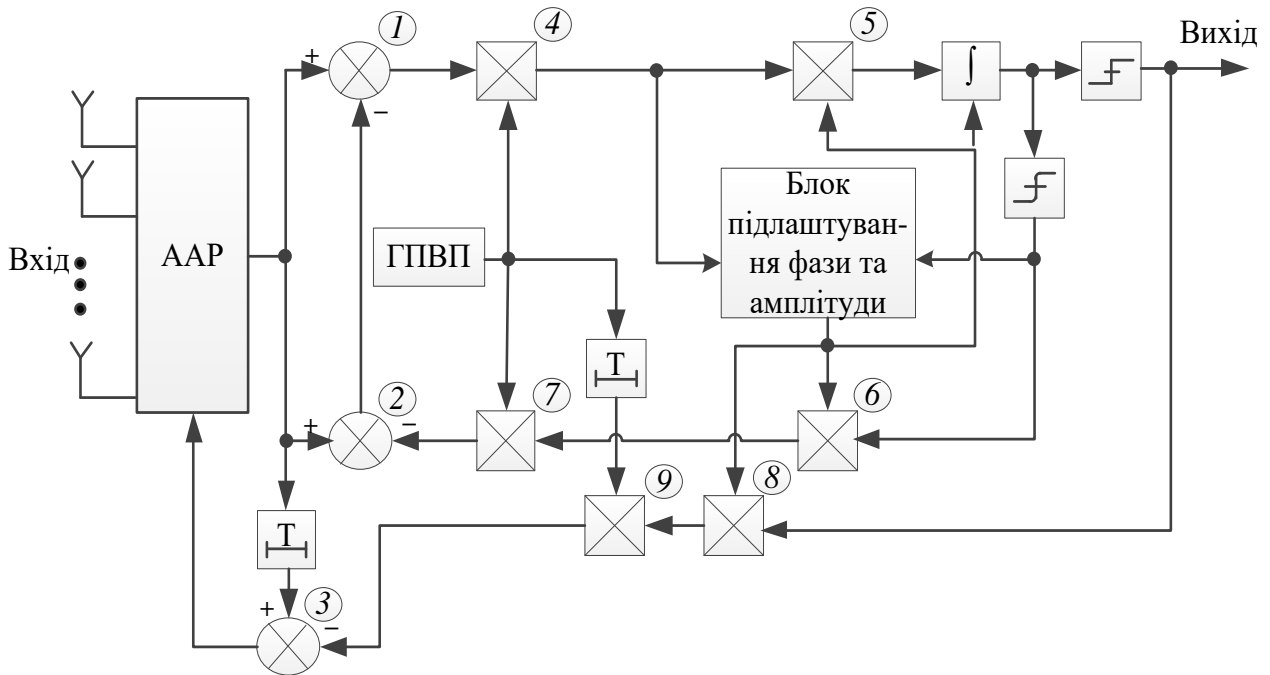


Рис. 1. Спосіб сумісної просторово-часової та модемної компенсації структурної завади цифрової радіолінії з широкосмуговим фазоманіпульованим сигналом.

Нехай на виході блоку ААР присутнє спостереження, що містить корисний широкосмуговий сигнал з двійковою фазовою маніпуляцією, структурну заваду та адитивний білий гаусівський шум:

$$\pi(k)(-1)^k \lambda_c(t) + \lambda_s(t) + n(t),$$

- де: $\pi(k)$ – псевдовипадкова послідовність на k -му інформаційному тактовому інтервалі, що приймає значення ± 1 ;
 $r = \overline{0,1}$ – інформаційний дискретний параметр сигналу;
 λ_c, λ_s – дифузійні марківські процеси, що описують сигнал та заваду;
 $n(t)$ – адитивний білий гаусівський шум.

Спостереження з виходу блоку ААР надходить на блок віднімання 1, де від нього віднімається оцінка неперервних неінформаційних параметрів сигналу $\lambda_c^*(t)$, яка надходить з блоку 2. Отримане спостереження у блоці 4 перемножується на псевдовипадкову послідовність (ПВП), яка далі у блоці 5 перемножується на опорне колювання з оцінкою амплітуди і початкової фази сигналу $\lambda_c^*(t)$. Після обнулення послідовності у кінці кожного тактового інтервалу інтегратором

на виході обмежувача буде присутня величина $th(\xi) = \hat{r}^*$, яка спочатку перемножується з $\lambda_c^*(t)$ у блоці 6, а потім – з ПВП у блоці 7 та матиме вигляд:

$$\pi(k) \left[th(\xi) \lambda_c^*(t) \right].$$

Для отримання сигналів керування ААР оцінка завади у блоках 8 та 9 перемножується з $\lambda_c^*(t)$ та ПВП відповідно та у блоці 3 віднімається затримана вхідна суміш. При цьому на виході блоку 3 отримуємо:

$$\pi(k-1) \left[(-1)^{r_{k-1}} \lambda_c(t-T) - (-1)^{r_{k-1}} \lambda_c^*(t-T) \right] + \lambda_3(t-T) + n(t).$$

Зважаючи на те, що сигнал представляє собою коливання з двостановою фазовою маніпуляцією, рішення про значення дискретного параметра r_{k-1}^* корисного сигналу у блоці прийняття рішень ААР буде прийматися за правилом:

$$r_{k-1}^* = \begin{cases} 0, & \gamma = \int_{t_{k-1}}^{t_k} \left[\left((-1)^{r_k} \lambda_c(t) - (-1)^{r_k} \lambda_c(t) + th(\xi) \lambda_c^*(t) \right) \lambda_c^*(t) + \hat{n}(t) \right] dt < 0; \\ 1, & \gamma \geq 0. \end{cases}$$

Отже, використання способу сумісної просторово-часової та модемної компенсації структурної завади, за рахунок реалізації процедури згортки корисного сигналу та компенсації структурної завади, а також формування вектора “нев’язки” для управління діаграмою спрямованості ААР, дозволить покращити процедуру компенсації структурної завади у вхідній суміші широкосмугового фазоманіпульованого сигналу та структурної завади цифрової радіолінії з широкосмуговим фазоманіпульованим сигналом.

Література

1. Риглер Р., Комптон Р. Адаптивная антенная решетка для подавления помех / Р. Риглер, Р. Комптон. – М. : ТИИЭР, 1973, том 61, № 6, с. 75 – 86.
2. Комптон Р. Адаптивная антенная решетка в широкополосной системе связи / Р. Комптон. – М. : ТИИЭР, 1978, том 66, № 3, с. 23 – 34.
3. Родимов А., Поповский В. Статистическая теория поляризационно-временной обработки сигналов и помех в линиях связи / А. Родимов. – М. : Радио и связь. 1984. 272 с.
4. Монзинго Р., Миллер Т. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию: Пер. с англ. / Р. Монзинго, Т. Миллер. – М. : Радио и связь, 1986. – 448 с.
5. Уидроу П., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов / П. Уидроу, С. Стирнз. – М. : Радио и связь. 1989. 440 с.
6. Пат. 155262 Україна, Н04В 1/10. Спосіб сумісної просторово-часової та модемної компенсації структурної завади цифрової радіолінії з широкосмуговим фазоманіпульованим сигналом / Борсук О.О., Василенко С.В., Єрохін В.Ф., заявник, власник Борсук О.О., Василенко С.В., Єрохін В.Ф. – № у 2023 01183; заявл. 22.03.2023; опубл. 07.02.2024, Бюл. № 6.