

## ЧУТЛИВИЙ ПРИЙМАЧ ЗВУКОВОГО ПІДВОДНОГО ЗВ'ЯЗКУ

*Родін О. С., студент; Макаренко О. С., к.т.н., доц.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Прийом корисних сигналів завжди відбувається на фоні завад різноманітного походження. Ефективність прийому сигналів в значній мірі залежить від співвідношення рівнів корисного сигналу та завад. В деяких випадках в системах звукового підводного зв'язку (ЗПЗ) використовують синхронні детектори, які не погіршують відношення сигнал/шум, але й не поліпшують його. Застосування компенсатора шуму, структурна схема якого наведена на рис. 1, дозволяє суттєво поліпшити відношення сигнал/шум. Розглядаючи особливості прийому сигналів у станціях підводного зв'язку, необхідно врахувати завади, які виникають у водному середовищі (ревербераційні та природнього походження).

Телефонний сигнал при ЗПЗ має смугу частот 250–3000 Гц. Ця смуга забезпечує задовільний зв'язок між кореспондентами. Після фільтрації сигнал поступає на балансний модулятор. На другий вхід модулятора подається сигнал носійної частоти  $f_0$  від задаючого генератора. На виході модулятора утворюється однополосний сигнал, при якому носійна і нижня бокова полоса частот подавляються і на кінцевий підсилювач поступає сигнал, що відповідає верхній полосі частот. З виходу кінцевого підсилювача сигнал подається на циліндричну антену. При прийомі однополосний сигнал з виходу антени подається на попередній підсилювач, а потім на змішувач, другий вхід якого підключений до виходу задаючого генератора. В змішувачі відбувається відновлення носійної та перетворення однополосного сигналу в звичайний амплітудно-модульований [1]. Даний корисний сигнал поступає на підсилювач проміжної частоти (ППЧ) разом із адитивною флуктуаційною завадою, яка обумовлена шумами антени та завадами водного середовища. Після проходження через ППЧ, завада має вигляд вузькосмугового випадкового процесу:

$$n(t) = A(t) \cdot \cos[\omega_0 t + \varphi(t)] \quad (1)$$

Корисний АМ-сигнал може бути записаний наступним чином:

$$s(t) = A_s(t) \cdot \cos \omega_0 t \quad (2)$$

Покажемо, що завада  $n(t)$  може бути придушена.

Структурна схема пристрою обробки сигнала та шуму представлена на рис. 1:



Рис. 1 Схему пристрою обробки сигналу та шуму

Цей пристрій є частиною приймача станції ЗПЗ. Адитивна суміш сигналу та шуму подається в основний канал (ОК), і в компенсаційний канал (КК) [2]. В КК встановлений ключ, який замикається короткими імпульсами тривалістю  $\tau$ , які слідують з частотою дискретизації  $f_d = 2f_0 = 2f_{ПЧ}$ , де  $f_{ПЧ}$  — проміжна частота приймача. Особливістю обробки є те, що вибірки суміші сигналу та шуму здійснюються короткими імпульсами в моменти переходу сигналу через нуль (рис. 2). Сигнал в КК практично дорівнює нулю. В ОК присутня сума сигналу і шуму. Вибірки шуму в КК інвертуються за допомогою інвертора, подаються на суматор і потім на вихідний ППЧ, де відбувається віднімання шумів каналів.

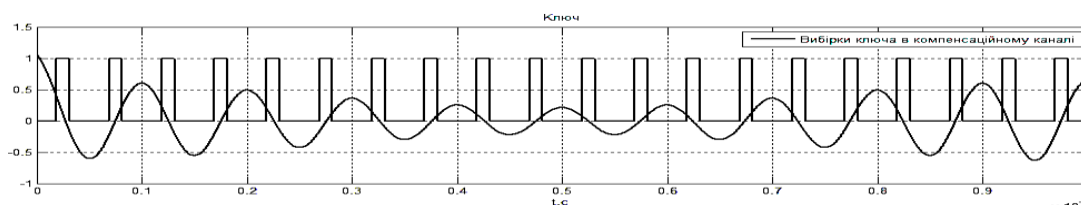


Рис. 2 Вибірки в компенсаційному каналі

Розрахунки, проведені в середовищі MATLAB показали, що при 10000 реалізаціях даного експерименту придушення завади при носійній частоті  $f_0 = 10 \text{ кГц}$  склало 20 дБ. Безсумнівною перевагою запропонованої схеми обробки адитивної суміші АМ-сигналу і шуму є те, що в ній відбувається подавлення не тільки власних шумів приймача, але й шумів антени. Аналізуючи отриманий вигравш, можна сказати, що потужність сигналу майже в 100 разів перевищує потужність завади. Це означає, що можна суттєво зменшити потужність передавача підводної станції, і відповідно, його габарити. Отже, виникає можливість створення малогабаритної (портативної) системи підводного зв'язку.

#### Література

1. Колчеданцев А. С. Гидроакустические станции / А. С. Колчеданцев — Ленинград: «Судостроение», 1982. — 169 с.
2. Макаренко А. С. Додетекторная компенсация шумов при обработке амплитудно-модулированных сигналов / А. С. Макаренко, В. Б. Гульков — Киев: «КПИ».