

І. І. Чесановський¹
Д. О. Левчунець²

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ УЗГОДЖЕНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ СИНАЛІВ В НЕКОГЕРЕНТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

¹Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

²Хмельницький національний Університет

Анотація

Досліджено потенційний вигравш від застосування узгоджених алгоритмів цифрової фільтрації радіолокаційних сигналів в некогерентних імпульсних системах. Показано, що при наявності незначної кутової і амплітудної модуляції в зондуєчому сигналі, застосування узгодженого алгоритму дає змогу в рази підвищити ефективність виявлення та розрізнення сигналів. При цьому показано, що за рахунок адаптивного корегування передавальної характеристики узгодженого фільтру така обробка може здійснюватися навіть якщо модуляція сигналів є випадковою, що характерно для імпульсних генераторів НВЧ

Ключові слова: цифрова фільтрація, узгоджений фільтр, адаптивний, радіолокація, виявлення сигналів

Abstract

The potential gain from the use of digital filtering matched algorithms applying to radar signals in incoherent pulsed systems shown in given thesis. Shown that the presence of slight angle and amplitude modulation of the probing signal, resorting to agreed algorithm application, allows to increase detection and differentiation signals effectiveness significantly. Another result of transfer function adaptive adjusting shows its applicability even if the modulation signal has random structure. This difference is typical for UHF pulse generators

Keywords: digital filtering, matched filter, adaptive filter, radio location, signal detection

Основні якісні характеристики радіотехнічних систем [1] визначаються властивостями переносників інформації, якими в загальному випадку, є радіосигнали. При реалізації активних методів радіолокації, ця залежність стає ще більш відчутною, оскільки носіями інформації стають не лише самі сигнали а і їх окремі параметри. Можливості цих радіосистем, на базовому рівні, визначаються фактично, характеристиками передавачів, основу яких в радіолокаційній техніці складають генератори НВЧ [2].

Існує цілий клас радіолокаційних систем, в яких застосовуються некогерентні (низькостабільні) джерела зондуючих сигналів, що потенційно обмежує їх основні характеристики через неможливість побудови високоефективних узгоджених алгоритмів фільтрації. Одним із шляхів подолання даних обмежень є застосування нестандартних підходів цифрової фільтрації сигналів, що базуються на механізмі адаптивної корекції передавальної характеристики узгодженого алгоритму [2].

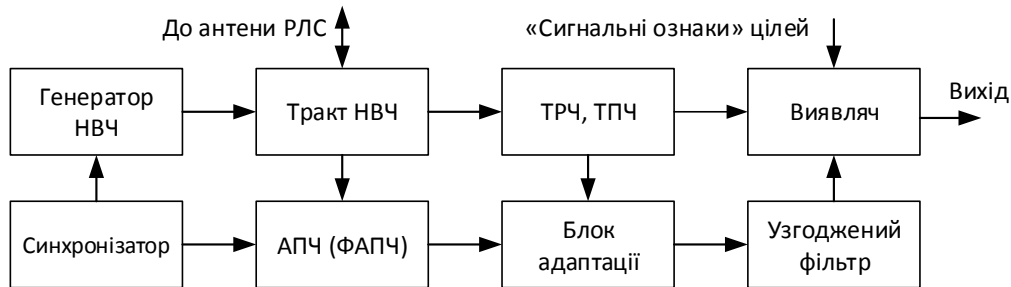
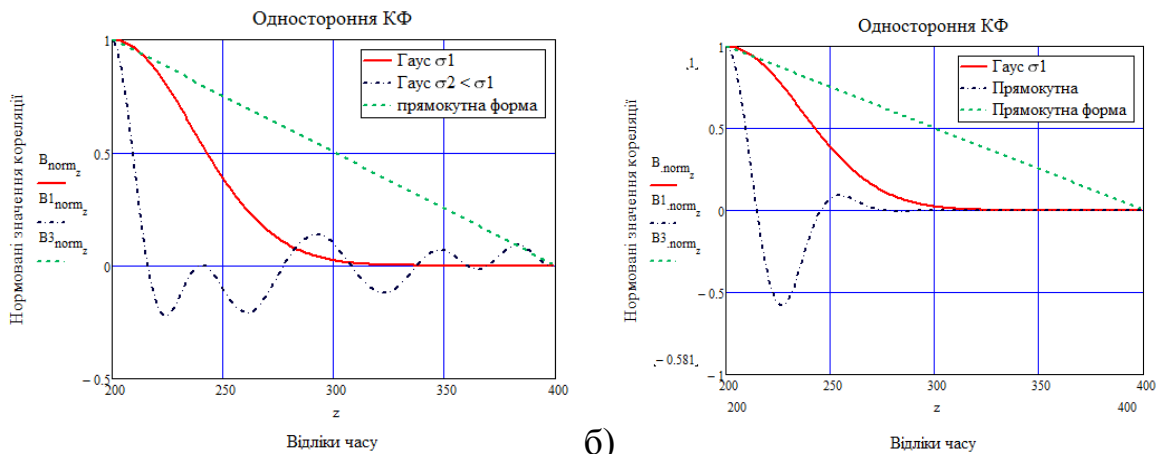


Рисунок 1 – Структурна схема прийомо-передавача імпульсної радіолокаційної системи з узгодженим алгоритмом виявлення і розрізнення

На рис. 1, приведено структурну схему прийомо-передавача імпульсної радіолокаційної системи, що реалізує таку обробку радіолокаційних сигналів. Особливістю даної схеми є те, що в ній передбачено застосування узгодженого фільтра з динамічною передавальною характеристикою. Регулювання передавальної характеристики здійснюється за допомогою блоку адаптації, який на основі сигналу система АПЧ (ФАПЧ), в кожному періоді зондування, формує корегуючу функцію. В залежності від задач, що вирішуються системою (виявлення, розрізнення, супроводження цілей, тощо) підходи до формування передавальної характеристики і її корегування можуть бути різними.

Оцінка потенційного виграшу від застосування такого підходу та його фізичної реалізованості, проведена шляхом синтезу та дослідження функцій невизначеності радіолокаційних сигналів з урахуванням конкретних форм сигналів амплітудної та частотної паразитних модуляцій.

На рис. 2 приведено результати моделювання у вигляді односторонніх кореляційних функцій сигналів при різних розподілах і значеннях параметрів флуктуаційних складових на прикладі генератора магнетронного типу, сигнал з якого містить амплітудну модуляцію гаусівської форми і неглибоку лінійну частотну модуляцію, яка обумовлена електронним зміщенням частоти.



а) Рисунок 2 - Одностороння кореляційна функція радіосигналу при:
 а) монотонна частота і різні АМ – гаусівська і прямокутна;
 б) ЛЧМ і ті ж АМ

На рис. 3 приведено залежності інтервалу кореляції зонduючого радіосигналу від параметрів модуляції. Як видно з графіків, наявність і урахування випадкової модуляції сигналів призводить до значного зменшення інтервалу кореляції, а отже потенційно радіолокаційний сигнал, при застосуванні відповідного узгодженого алгоритму обробки, є більш інформативним.

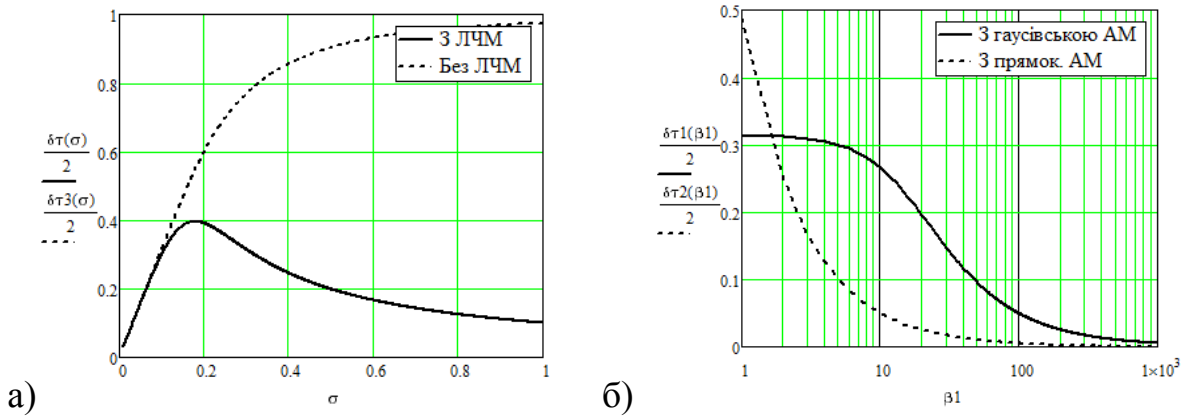


Рисунок 3 - Залежність нормованого інтервалу кореляції від значень параметрів модуляційних складових:
 а) нормованого СКВ гаусівської АМ; б) нормованого коефіцієнта ЛЧМ

Таким чином, нестабільність імпульсних генераторів НВЧ, є достатньо ефективною основою для побудови узгодженого алгоритму обробки низькостабільних імпульсних радіолокаційних сигналів. При цьому, як видно із залежностей інтервалу кореляції (рис. 3), існують певні оптимальні і неоптимальні значення параметрів модуляційних складових, при яких спостерігаються екстремуми на графічних залежностях, що

свідчить про необхідність вирішення оптимізаційної задачі при побудові узгодженого алгоритму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вопросы перспективной радиолокации. Коллективная монография/ Под редакцией А. В. Соколова. – М. : Радиотехника, 2003 – 512с.
3. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов: Пер. С англ. - М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992 с.

Чесановський Іван Іванович, кандидат технічних наук, доцент, начальник (завідувач) кафедри зв'язку, автоматизації та захисту інформації, Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, e-mail: chesanov.i@gmail.com

Левчунець Денис Олександрович, аспірант, Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, e-mail: justdenismail@gmail.com

Chesanovskyi Ivan Ivanovych, Ph. D., associate professor, Head of Communications, Automation and Information Protection Department, National Academy of State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Khmelnytsky, e-mail: chesanov.i@gmail.com

Levchunets Denys Oleksandrovych, graduate student, Khmelnytsky National University, Khmelnytsky, e-mail: justdenismail@gmail.com