

## ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАЛЬНИМИ КАНАЛАМИ СУМІЩЕНИХ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНИМИ СИГНАЛАМИ

Д. т. н. В. Д. Карлов<sup>1</sup>, к. т. н. А. М. Артеменко<sup>2</sup>, к. т. н. М. В. Бархударян<sup>1</sup>,  
к. т. н. Б. О. Чумак<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

<sup>2</sup>Генеральний штаб Збройних Сил України

Україна, м. Харків

karlovvd@ukr.net, artemenko.arthen@gmail.com, nickbnv65@ukr.net,  
chumak\_boris@ukr.net

*Вирішено задачу оцінки точності координат літального об'єкта за допомогою суміщених радіотехнічних систем з фазоманіпульованим широкопasmовим шумоподібним сигналом. Показано можливість оптимізації параметрів вимірювальних каналів системи з урахуванням швидкості передачі семантичної інформації. Визначено оптимальну шумову смугу вимірювальних каналів з точки зору мінімізації сумарної дисперсії похибки фільтрації.*

*Ключові слова: фазоманіпульований широкопasmовий шумоподібний сигнал, сумарна дисперсія фільтрації, флуктуаційна та динамічна похибка, шумова смуга.*

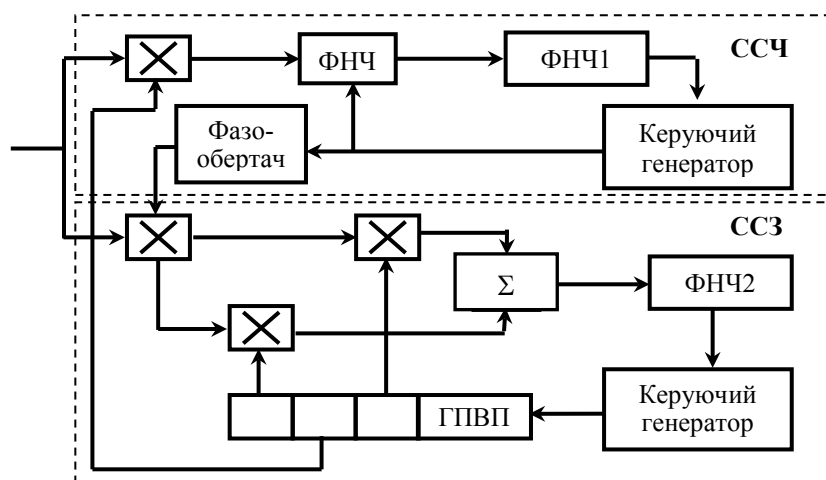
Одною з найактуальніших проблем сучасного розвитку теорії та практики сумісних радіотехнічних систем (СРТС) є поліпшення їхніх тактико-технічних характеристик. Не менш важливою є задача оцінки результуючого показника ефективності функціонування СРТС в реальних умовах сигнально-завадових та динамічних обставин. Аналіз основних СРТС, які можуть застосовуватися у командно-вимірювальному комплексі України [1—4], показує, що вони не відповідають зростаючим вимогам до них, що обумовлено: недостатньою точністю сумісних вимірювань навігаційних параметрів при льотно-конструкторських випробуваннях зразків нової техніки і озброєння; слабкою автоматизацією процесу вимірювань та обробки інформації.

Врахування апріорної інформації про статистичні характеристики вектора параметрів, що характеризують вимірюваний процес, дозволяє здійснити ідея адаптації до сигнально-завадової обстановки і до динаміки руху об'єкта [5—7]. З цією метою розглянуто процес адаптивної оптимізації основних систем прийому й обробки фазоманіпульованих широкопasmових шумоподібних сигналів (ФМ ШШС).

Системи фільтрації з ФМ ШШС звичайно будуються на основі базових систем синхронізації, що містять систему слідкування за частотою (ССЧ) і систему слідкування за затримкою (ССЗ) сигналу с генератором псевдовипадкової послідовності (ГПВП), зображених на рисунку. Такі вимірники мають постійні параметри згладжувальних кіл і не можуть враховувати зміну сигнально-завадової обстановки і динаміки руху об'єкта. Унаслідок цього має місце істотне зростання або флуктуаційних, або динамічних похибок вимірів.

Практика використання реальних комплексів, що застосовують ФМ ШШС, показує, що більш доцільним є вибір системи слідкування за часовою затримкою сигналу з умови мінімізації ефективної шумової смуги при заданій динамічній помилці. Цій умові повною мірою задовольняють слідкуючі вимірники з астатизмом першого порядку [8].

Як показали проведені дослідження і розрахунки, точність первинної обробки результатів вимірювань навігаційних функцій істотно залежить від швидкості передавання інформації. Вибором оптимального значення ефективної шумової смуги вимірювальних каналів можна забезпечити мінімальне значення дисперсії оцінок вимірюваних навігаційних функцій [9]. При цьому вигреш у точності фільтрації може скласти від 1,5 до 2,5 рази.



Типова структурна схема приймача ФМ ШПС

Таким чином, для одержання найкращої оцінки навігаційних параметрів прийнятого сигналу як функції процесу управління в сенсі мінімуму дисперсії похибки слід застосовувати оптимальний фільтр, в структурі якого виділяється наявність двох дискримінаторів, що обумовлено необхідністю фільтрації двох параметрів сигналу. При цьому значною особливістю є наявність перехресного зв'язку між вимірювальними каналами, що можна пояснити диференціальним зв'язком фільтрованих параметрів [10]. На величини похибок визначення за допомогою сумісних радіотехнічних систем навігаційних функцій суттєво впливає невизначеність параметрів згладжувальних кіл. Для забезпечення оптимального значення параметрів згладжувальних кіл в перспективних інформаційно-вимірювальних системах (з точки зору мінімуму похибок системи управління) необхідно протягом усього часу вимірювань (час сеансу зв'язку) адаптувати ці параметри таким чином, щоб дисперсії похибок вимірювання навігаційних функцій знаходились у визначених межах.

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Никольский Б.А. Основы радиотехнических систем.— Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т), 2012.
2. Бердышев В.П., Гарин Е.Н., Фомин А.Н. и др. Радиолокационные системы.— Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012.
3. Веремеенко К., Ким Н., Козорез Д. и др. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов.— Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009.
4. Шумов А.В., Нефедов С.И., Бикметов А.Р. Концепция построения радиолокационной станции на основе элементов радиопоники // Наука и образование.— МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.— №5.— С. 41—65.
5. Алешин Г.В. Оценка качества информационно-измерительных систем.— Харьков: УкрДУЗТ, 2009.
6. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами.— Москва: Радио и связь, 1985.
7. Хомяков Э.Н. Статистическая теория оптимальных радиотехнических систем.— Москва: МО СССР, 1987.
8. Чердынцев В.А. Радиотехнические системы.— Минск: Вышэйшая школа, 1988.
9. Чумак Б.А. Радиотехнические системы измерения параметров движения.— Харьков: ХВВКИУ РВ, 1990.
10. Жодзижский А.И. Применение псевдощумовых сигналов в командно-измерительных системах и анализ помехоустойчивости процесса их синхронизации // Радиотехника.— 1996.— № 4.— С. 16—19.

V. D. Karlov, A. M. Artemenko, M. V. Barkhudaryan, B. O. Chumak

#### Evaluation of the possibility to provide accuracy indicators by measuring channels of combined radio engineering systems with phase-shift keyed signals

*The authors solve the problem of estimating the accuracy of a flying object coordinates obtained by radionavigation systems using phase-shift keying modulated wideband pseudonoise signals. The study shows the possibility to optimize the parameters of the measuring channels considering semantic information transmission speed. Optimal pseudonoise bandwidth of the measuring channels is determined in terms of minimization of total dispersion of filtration error.*

*Keywords: phase-manipulated broadband noise-like signal, total filtration dispersion, fluctuation and dynamic error, noise band.*