

## ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ ТА ТОПОПРИВ'ЯЗКИ ПЕРСПЕКТИВНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Поряд із супутниковими навігаційними системами (СНС) та інерційними навігаційними системами (ІНС) на основі мікромеханічних гіроскопів і акселерометрів в комплексованій системі навігації та топоприв'язки пускових установок перспективних ракетних комплексів для збільшення точності і надійності отриманих результатів широко використовуються доплерівські вимірювачі параметрів руху (ДВПР). Такі вимірювачі крім пройденого шляху, швидкості і прискорення руху дозволяють оцінити і зміну дирекційного кута пускової установки при її русі як по дорогах з твердим покриттям, по ґрунтових і піщаних дорогах, так і по бездоріжжю, включаючи пересічену місцевість.

В силу вторинного ефекту Доплера, що виникає за рахунок кінцевої ширини діаграми спрямованості антен, доплерові сигнали, відбиті від розподілених відбивачів дороги, мають 100% амплітудну модуляцію, сильну фазову флюктуацію і шумову складову. Тому безпосередні вимірювання на основі таких сигналів приводять до значних похибок оцінки параметрів руху і для забезпечення заданої точності потребують використання засобів фільтрації і відновлення імпульсів доплерівської частоти. Найбільший ефект фільтрації доплерівських сигналів на фоні шумів досягається при використанні цифрових систем фазової синхронізації (ЦСФС).

На відміну від аналогових, використання в вимірювачі ЦСФС дозволило збільшити стабільність і динамічний діапазон його роботи, суттєво зменшити еквівалентну шумову смугу при одночасному розширенні смуги синхронізму і вирішити задачу побудови астатичного слідкуючого вимірювача.

Однак, за рахунок дискретизації за часом і квантуванню за рівнем сигналів, що обробляються в ЦСФС, її опис, синтез та аналіз відбуваються (на відміну від аналогових систем синхронізації) не на основі диференційних рівнянь, а на основі різницевих рівнянь з використанням  $Z$ -перетворення. Це веде до ускладнення операцій синтезу та аналізу, потребує особливої уваги при визначенні

коефіцієнтів передачі петлевих фільтрів астатичних ЦСФС для забезпечення заданої еквівалентної шумової смуги при заданому діапазоні стійкості.

Сказане обумовлює перевірку результатів аналітичного синтезу ЦСФС засобами стохастичного імітаційного моделювання на ЕОМ.

Отримані на підставі аналізу складених різницевих рівнянь аналітичні вирази дозволяють визначити діапазон стійкості ЦСФС, динамічні і флуктуаційні складові похибок синхронізації для конкретних значень співвідношення сигнал/завада в смузі синхронізму і динаміки вхідного процесу, отримати орієнтовні значення коефіцієнтів передачі петлевих фільтрів по пропорційному і інтегральному ланцюзі, а розроблені алгоритми і програми імітаційного моделювання дозволяють уточнити ці параметри в широкому динамічному діапазоні зміни параметрів руху об'єкту, на якому встановлюється вимірювач.

Отримані за результатами аналітичного і імітаційного синтезу характеристики дозволили реалізувати вимірювач параметрів руху, який пройшов державну метрологічну атестацію і рекомендований для використання як засіб вимірювальної техніки при дослідженні ходових характеристик повнопривідних транспортних засобів.

Задачею подальших досліджень є визначення і дослідження алгоритмів комплексування з метою інтеграції розробленого вимірювача в рамках комплектованої системи навігації та топоприв'язки пускових установок перспективних ракетних комплексів.