УДК 681.518

І.В. Зімчук, к.т.н., доц., доцент
Т.М. Шапар, ст. викладач
Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова

АЛГОРИТМ КОМПЛЕКСОВАНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ВИМІРЮВАНЬ В СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМАХ НАВІГАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Широке застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різних класів у військовій і в цивільній сферах вимагає розробки та виробництва високоточних бортових навігаційних систем малої вартості, ваги та габаритів. Важливою характеристикою, яка визначає спроможність та якість виконання польотного завдання БпЛА, є точність його позиціювання.

Задача визначення інформації про кутову орієнтацію та координати місцеперебування БпЛА автоматичному і в напівавтоматичному режимах польоту розв'язується пілотажно-навігаційним комплексом (ПНК) БпЛА, основу якого складають інерціальна та супутникова навігаційні системи (ІНС та СНС). Обидві системи працюють одночасно і, як правило, комплексуються [1]. Автономність та висока інформативність ІНС висувають її в клас універсальних систем як із визначення траєкторних рухів БпЛА (координат та швидкості польоту), так і з визначення кутових координат (кутів крену, тангажа та курсу) та інших параметрів, наприклад, прискорень, кутових швидкостей тощо. Однак визначення координат БпЛА лише на основі вимірювань ІНС буде призводити до накопичення похибок, тому є необхідність визначення координат додатково за допомогою СНС [1]. Необхідність досягнення високої точності навігаційних вимірювань передбачає застосування СНС як основних навігаційних систем літальних апаратів. СНС залишається основним джерелом навігаційної інформації для багатьох малих БпЛА.

Основними навігаційними параметрами, які вимірюються СНС є дальність до супутника та радіальна швидкість [2]. Головною вимогою, яка висувається до СНС, є висока точність вимірювання навігаційних параметрів і, як наслідок, висока точність визначення координат місцезнаходження БПЛА. Підвищення точності позиціонування досягається застосуванням різних алгоритмів обробки прийнятих навігаційних даних. Одним з рішень, що дозволяє підвищити достовірність, зменшити обсяг навігаційної інформації, переданої користувачеві, є фільтрація помилкових та надлишкових даних

отриманих від GPS модуля, що входить до складу ПНК БпЛА. Для фільтрації вимірювань в СНС використовуються різні модифікації фільтра Калмана [1]. Такі алгоритми є досить універсальними щодо практичного застосування, однак характеризуються високою складністю. Кожна наступна модифікація фільтра вимагає значно більших обчислювальних потужностей. Крім того, інженери часто стикаються з проблемою їх практичної реалізації через абстрактну форму опису, яка не відображає усіх деталей процесу.

Альтернативним підходом до розв'язання задачі фільтрації навігаційних даних є застосування алгоритмів комплексованої фільтрації. В таких алгоритмах позитивний ефект досягається завдяки врахуванні в моделі вимірювань не тільки дальностей, але і результатів доплерівських вимірювань, які використовуються для визначення не лише швидкості, а й дальності. При цьому забезпечується слабка чутливість навігаційних алгоритмів до динаміки споживача і знижуються вимоги до продуктивності навігаційного обчислювача.

Саме тому в роботі викладено синтез алгоритму фільтрації вимірювань дальності, в якому реалізується сумісна обробка результатів вимірювань як дальності, так і швидкості. Викладений підхід ґрунтується на поліноміальній моделі вхідних даних та поданні згладжувальних фільтрів як динамічних систем, які описуються дискретними передаточними функціями. Теоретичною основою визначення передаточних функцій є третя форма умов інваріантності помилки фільтра відносно моделі вхідного впливу. Працездатність та ефективність синтезованого алгоритму досліджено шляхом комп'ютерного моделювання. Показано, що застосування синтезованого фільтра дозволяє зменшити динамічну помилку оцінювання дальності в умовах зміни математичної моделі вхідних даних без погіршення якості фільтрації помилок вимірювань.

Список використаних джерел:

1. Харченко В.П., Чепіженко В.І., Тунік А.А., Павлова С.В. Авіоніка безпілотних літальних апаратів. Київ: ТОВ "Абрис-принт", 2012. 464с.

2. Захарін Ф.М., Синєглазов В.М., Філяшкін М.К. Алгоритмічне забезпечення інерціально-супутникових систем навігації: монографія. Київ: Вид-во Нац. Авіа. Ун-ту «НАУ-друк», 2011. 320 с.