

«Методики створення інтегрованої інформаційної системи літаків малої авіації на основі безплатформної нанотехнологічної інерціальної навігаційної системи»

Основні наукові результати

Науково обґрунтовано можливість побудови інерціально-супутникових навігаційних систем для БПЛА на основі спрощеного варіанту нанотехнологічної БІНС, реалізованої на базі нанодатчиків (датчиків лінійних прискорень та датчиків кутових прискорень) та бортової апаратури високоточної СНС.

Удосконалено математичні моделі похибок мініатюрних інтегрованих БІНС шляхом врахування особливостей мікроелектромеханічних інерціальних датчиків, що дозволяє підвищити точність опису моделей похибок низькоточних інерціальних систем.

Вперше у вітчизняній практиці отримано:

- узагальнена математична модель похибок блоку інерціальних МЕМС-датчиків, яка враховує повний перелік джерел похибок;
- новітні моделі похибок супутникової системи навігації, які враховують просторово-часову кореляцію цих похибок з повним і не повним складом сузір'я супутників і включають неконтрольовані джерела похибок у тому числі ті, що виникають у момент зміни сузір'я навігаційних супутників, підвищують адекватність опису цих помилок, що, у свою чергу, забезпечує коректність розв'язання задачі оптимальної калмановської фільтрації;
- нові диференціальні рівняння похибок БІНС, які мають більш просту структуру в порівнянні з відомими, а також більш ясну фізичну інтерпретацію змінних;
- варіант комплексування нанотехнологічної інерціально-супутникової системи навігації як гібридний варіант системи жорсткої та слабкої інтеграції, що базується на принципах новітньої субоптимальної комплексної обробки інформації, швидкісної та позиційної корекції.

Удосконалені варіанти розв'язання кінематичних рівнянь БІНС з використанням сучасної теорії кватерніонів, на відміну від формування матриць напрямних косинусів у формі тригонометричних залежностей, що суттєво зменшує завантаження бортового обчислювача. Проаналізовані можливості спрощення в кінематичних рівняннях БІНС детермінованих математичних моделей прискорення сили ваги та моделей земного еліпсоїда.

Розроблені новітні методики:

- попереднього оцінювання та вибору обчислювальних алгоритмів БІНС, яка створена для забезпечення роботи систем навігації та управління високошвидкісного об'єкта, яким є БІНС в ЛА за показниками інерціальних датчиків необхідно розраховувати і видавати поточні параметри орієнтації зв'язаної з блоком ДПІ відносно опорної (навігаційної) СК, а також проєкції швидкості і координати центра мас ЛА в опорному базисі з частотою ~ 100 гц;

- попереднього оцінювання похибок вимірників первинної інформації БІНС, що дозволяє для обраного варіанту розв'язання кінематичних рівнянь БІНС та орієнтованого часу її автономної роботи пред'явити вимоги до точностних характеристик датчиків первинної інформації;
- синтезу параметрів фільтра схеми компенсації, що дозволяє якісно підвищити фільтруючі властивості розроблених алгоритмів комплексування навігаційної інформації;

імітаційного моделювання роботи інтегрованої навігаційної системи в польоті, особливість якої є в аналітичному завданні еталонних параметрів руху літального апарату як функції часу, що дозволяє уникнути методичних похибок моделювання.

Практична цінність

Розроблені методики створення інтегрованої інформаційної системи літаків малої авіації на основі безплатформної нанотехнологічної інерціальної навігаційної системи та бортової апаратури високоточної СНС вітчизняного виробництва, як гібридного варіанту середньої інтеграції, що базується на принципах новітньої субоптимальної комплексної обробки інформації, швидкісної та позиційної корекціях. Практична цінність полягає в тому, що така система при значному спрощенні схеми комплексування задовольняє вимогам авіаційного навігаційного забезпечення і може стати базовою вітчизняною навігаційною системою для літаків малої авіації

та мікромініатюрних БПЛА.

Практична цінність методики попереднього вибору обчислювальних алгоритмів безплатформної інерціальної навігаційної системи, яка при варіюванні вхідних параметрів, дозволяє забезпечити мінімальне завантаження обчислювача, а це є одним з найголовніших критеріїв, на даний час, при проектуванні та розробці навігаційного обладнання літака. Крім цього ця методика може застосовуватися при обґрунтуванні вимог до характеристик бортової обчислювальної машини.

Практичне значення досліджень, крім того, полягає в одержанні працюючих математичних моделей похибок первинних МЕМС-датчиків інерціальної навігаційної системи, моделей похибок супутникової та інерціальної навігаційної системи, які будуть використані при проведенні наукових досліджень в тому числі й для розробки методики побудови інтегрованої навігаційної системи на основі запропонованих схем комплексування.

Аналіз ліцензійних пошуків показує, що розроблені методики створення інтегрованої інформаційної системи літаків малої авіації на основі безплатформної нанотехнологічної інерціальної навігаційної системи не мають аналогів у практиці побудови подібних вітчизняних систем.

У результаті проведеної роботи було створено монографію “Алгоритмічне забезпечення інерціально-супутникових систем навігації” авторів Захаріна Ф.М., Синеглазова В.М., Філяшкіна М.К. та навчальний посібник “Інерціально-супутникові навігаційні системи” авторів М.К. Філяшкіна В.О. Рогожина, А.В. Скрипця, Т.І. Лукінової.

Впровадження результатів НДР дозволить підвищити науково-технічний прогрес в галузі проектування інерціально-супутникових навігаційних систем.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. Філяшкін М.К. “Параметрическая идентификация моделей погрешностей инерциальной системы навигации в режиме интеграции со спутниковой навигационной системой”, К.: НАУ, “Електроніка та системи управління” №2(12), 2009 р.
2. Філяшкін М.К. “Алгоритм прогнозування розвитку похибок БІНС в інерціально-супутникових системах навігації” К.: НАУ, “Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції АВІА-2009”, том 2, 2009 р.
3. Рогожин В.О., Філяшкін М.К., Хімін В.М. “Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден”. Методичні рекомендації до виконання практичних завдань для студентів напрямку підготовки 6.051103. (Авіоніка) К.: НАУ, 2009 р.
4. Філяшкін М.К., Рогожин В.О., Скрипць А.В., Лукінова Т.І. “Інерціально-супутникові навігаційні системи “. Посібник. К.: НАУ, 2009 р.
5. Філяшкін М.К., Синеглазов В.М “Інерціально-супутникові системи навігації “Електронний Підручник. К.: НАУ, 2009 р.
6. Захарін Ф.М., Синеглазов В.М., Філяшкін М.К. “Алгоритмічне забезпечення інерціально-супутникових систем навігації “. Монографія. К.: НАУ, 2010 р.- 324 с.
7. М.К. Філяшкін Інерціально-супутникові навігаційні системи: навч. посібник / М.К. Філяшкін В.О. Рогожин, А.В. Скрипць, Т.І. Лукінова – К.: НАУ, 2009. – 306 с.
8. В.О. Рогожин Інерціально-супутникова безплатформна вертикаль. / В.О. Рогожин, М.К. Філяшкін // Електроніка та системи управління. – 2010. –№1. – С. 80 – 86.
9. М.К. Філяшкін Субоптимальні схеми фільтрації в інерціально-супутникових системах керування та навігації /М.К. Філяшкін. О.М. Дем’янчук// Електроніка та системи управління. – 2009. – №4 (22). – С. 60 – 67.
10. В.М. Синеглазов Ідентифікація нелінійності моделі Гамерштейна на основі критерію Пухова / В.М. Синеглазов, А.М. Сільвестров, Л.Ю. Спінул, В.В. Піксотов // Електроніка та системи управління. — 2009. — N 3. — С. 147-151.
11. В.М. Синеглазов Інтегрований навігаційний комплекс літальних апаратів малої авіації.
12. / В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін, Ф.М. Захарін // Електроніка та системи управління.–2010.–№3.–С. 80–86.
13. М.К. Filyashkin Accuracy Increasing of Nano-Technological Internal Gyro Vertical by Damping of Schuler’s Oscillations / М.К. Filyashkin, М.Р. Mukhina // Proceedings of the third 1-st International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control”,–2010.–С. 30–33.

14. *V.M. Sineglazov Computer-Integrated Navigation Complex of Unmanned Aerial Vehicles / V.M. Sineglazov, M.K. Filyashkin, F.M. Zacharin, Sh. I. Askerov // Proceedings of the third 1-st International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control”, – 2010. – С. 6-9.*

15. *Захарін Ф.М., Самойленко О.В.* Алгоритмічне забезпечення рельєфометричних кореляційно-екстремальних навігаційних систем в навігаційних комплексах літальних апаратів./Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації, вип..5(12), 2009, с.41-48.

16. *Захарін Ф.М., Пономаренко С. О.* Адаптивні алгоритми комплексної обробки інформації в навігаційних літальних апаратів./Збірник матеріалів науково-практичної конференції “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”,- К. Державний науково-дослідний інституту авіації, 2009, с.35.

17. *Захарін Ф.М., Самойленко О.В.* Перспективи використання інформації про геофізичні поля в навігаційних комплексах літальних апаратів./Збірник матеріалів науково-практичної конференції “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”,- К. Державний науково-дослідний інституту авіації, 2009, с.49.

18. *Захарін Ф.М., Харитонов М.О.* Уніфікація радіоелектронного обладнання безпілотних авіаційних комплексів./Збірник матеріалів науково-практичної конференції “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”,- К. Державний науково-дослідний інституту авіації, 2010, с.109.

19. *Filyashkin M.K., Maryasova T.I., Novik M.V.* Suboptimal filtering in complex inertial-satellite Navigation system./I-st International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control”, – 2010. – С. 34 – 37.

20. *Maryasov N.P. , Maryasova T.I., Maryasov O.P.* The new model of informative signal for ring laser giroscope./ I-st International Conference “Methods and Systems of Navigation and Motion Control”, – 2010. – С. 51 – 54.