

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**МАТЕРІАЛИ
ІХ Міжнародної
науково-практичної
конференції**

*«Управління високошвидкісними рухомими
об'єктами та професійна підготовка операторів
складних систем»*

Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем» 18 листопада 2020 року, Кропивницький. – Вид-во ЛА НАУ, 2020, – 360 с.

Організаційний комітет:

Голова:

Неділько С. – начальник Льотної академії НАУ

Заступники голови:

Сорока М. – в.о. заступника начальника академії з навчальної, науково-методичної та виховної роботи Льотної академії НАУ;

Неділько В. – директор Науково-виробничого інституту аеронавігації Льотної академії НАУ

Відповідальний секретар – **Козловська О.**

Члени оргкомітету:

Аманжолова Б. – професор кафедри кримінального права, процесу та криміналістики Карагандинського державного університету ім. академіка Е.А. Букетова (Республіка Казахстан);

Баранов Г. – професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету (м.Київ);

Гаєвська К. – директор Інституту міжнародного співробітництва Польської вищої школи в Варшаві (Республіка Польща);

Дем'янчук В. – начальник науково-дослідного центру НСЦ Украерорух (м.Київ);

Дмитрієв О. – в.о. декана факультету льотної експлуатації та обслуговування повітряного руху ЛА НАУ;

Жукова А. – проректор з наукової роботи Закладу освіти «Білоруська державна академія авіації», (м. Мінськ);

Калкаманов С. – професор кафедри електричного транспорту Харківського національного університету міського господарства ім. О.М.Бекетова;

Коломоєць О. – провідний фахівець з організації наукової роботи відділу забезпечення Кіровоградського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України;

Кіліан М. – завідувач кафедри розвитку та будівництва Університету прикладних наук Вайєнштефан-Трієздорф (Німеччина);

Ковальова О. – помічник начальника академії з громадських зв'язків ЛА НАУ;

Кучинська Є. – директор Інституту досліджень і розвитку, доктор наук у сфері безпеки вищої школи поліції в Щитно (Республіка Польща);

Маліновська І. – доцент факультету права та внутрішньої безпеки Вищої школи економіки, права та медичних наук у м. Кельце ім.проф. Є. Ліпінського (Республіка Польща);

Мірзаєв Б. – начальник головного центру єдиної системи ОПР Азербайджану;

Павленко М. – зав. кафедри Харківського університету Повітряних сил ім.І.Кожедуба;

Письменна М. – декан факультету менеджменту ЛА НАУ;

Рибіцька А. – доктор наук у сфері безпеки Університету ім.Павла Влодковича в Плоцьку (Республіка Польща);

Сидоров М. – помічник начальника ЛА НАУ із ЗП та ІР;

Сіроштан С. – начальник редакційно-видавничого відділу ЛА НАУ;

Тимочко О. – професор кафедри Харківського університету Повітряних сил ім.І.Кожедуба;

Українцева Т. – в.о. директора науково-технічної бібліотеки ЛА НАУ;

Українець Є. – професор кафедри конструкції та міцності ЛА та двигунів Харківського університету Повітряних сил ім. І.Кожедуба.

За достовірність та науковий зміст викладеного матеріалу відповідають автори.

Зміст

Секція 1

Технології та методи управління високошвидкісними рухомими об'єктами

Г.А. Калашник, Ф. Гаїбов

Аналіз шляхів ефективного застосування існуючих методів оцінки і прогнозу геофізичних умов функціонування різних радіотехнічних систем цивільної авіації..... 3

Г.А. Калашник, Д.О. Гончаренко

Аналіз проблем оперативної оцінки і короткострокового прогнозу геофізичної обстановки на авіатрасах 5

Г.А. Калашник, А.М. Мартинюк

Основні завдання з підготовки баз знань для створення системи геофізичного забезпечення ефективної роботи радіотехнічних засобів сфери цивільної авіації 6

Г.А. Калашник, Т.В. Панченко

Аналіз особливостей використання авіації під час вирішення завдань контролю та забезпечення пожежної безпеки 9

Г.А. Калашник, П.Ю. Сульжик

Аналіз існуючих методів оцінки стану іоносфери для прогнозування умов розповсюдження радіохвиль на заданих радіотрасах 11

М.А. Калашник-Рибалко, С.В. Семешко

Аналіз методів і засобів вирішення завдань навігаційно-часового забезпечення існуючих та перспективних систем літаководіння 13

М.А. Калашник-Рибалко, О.Ю. Слюсаренко

Аналіз засобів оцінки ефективності сучасних систем комплексної обробки навігаційної інформації ІНС та СНС та обґрунтування критерію оцінювання точності ефективності..... 15

М.А. Калашник-Рибалко, М.Ю. Стоун

Основні проблеми використання бортових експертних систем інтелектуальної підтримки екіпажу літального апарата в особливих польотних ситуаціях та можливі шляхи їх вирішення 17

С.А. Лисевич

Впровадження технології i4D-TRAD при конструюванні оптимальної траєкторії польоту повітряних суден 19

А.А. Астафьев

Полупроводниковые модули-генераторы для СВЧ нагрєва..... 21

С.І. Власенко

Можливість оптимізації роботи екіпажу ПС на різних етапах польоту в сучасних умовах завдяки використанню електронних планшетів (EFB) 24

Б.О. Гаврилюк, В.О. Тузов

Вплив відмов датчиків висотно-швидкісних параметрів на систему керування двигуном і літаком 26

В. Дерягін, Н. Демиденко

Аналіз концепцій зменшення впливу авіаційного транспорту на навколишнє середовище..... 28

А.И. Жалинский

Оценка безопасности полетов с точки зрения навигационных характеристик при выполнении процедуры оперативного бокового смещения (SLOP)..... 29

О.В. Жибров, В.В. Кравчук, М.І. Романович

Проблемні питання підготовки інженерно-технічного персоналу України у зв'язку з переходом на стандарти Євросоюзу..... 32

Аналіз засобів оцінки ефективності сучасних систем комплексної обробки навігаційної інформації ІНС та СНС та обґрунтування критерію оцінювання точнісної ефективності

Завдання тісної інтеграції інерціальної навігаційної системи (ІНС) та супутникової навігаційної системи (СНС) виникає при розробці перспективних навігаційних комплексів. Особливість завдання тісної інтеграції є можливість отримання інтегрованих рішень при малому числі видимих навігаційних супутників, коли автономні позиційні і швидкісні супутникові навігаційні рішення неможливі. Інтегрована навігаційна система ІНС/СНС дозволяє об'єднати переваги і компенсувати недоліки, властиві кожній з систем окремо [1].

Основною метою є аналіз методів та алгоритмів оцінювання ефективності та обґрунтування критерію оцінювання точнісної ефективності комплексної обробки інформації ІНС і приймача СНС. Розглянемо критерії для оцінювання ефективності, які використовуються при обробці результатів льотних експериментів. Для визначення ефективності відповідно до представлених критеріїв потрібно, по-перше, за матеріалами, отриманими в польоті, сформувані набори незалежних похибок у визначенні навігаційних параметрів приймачем СНС і відповідних похибок, а по-друге, оцінити за набраними набором параметри розподілу похибки приймача СНС [2].

При управлінні ЛА як джерела інформації про стан (літального апарата) ЛА використовуються різні навігаційні системи, зазвичай базовою навігаційною системою ЛА є інерціальна навігаційна система (ІНС), особливість якої висока перешкодозахищеність, але з плином часу похибки збільшуються і можуть досягати неприйнятних величин. Тому для підвищення точності ІНС застосовують додаткові вимірювальні системи. В якості додаткової вимірювальної системи часто використовують СНР, що відрізняються високою точністю, але слабкою перешкодозахищеністю. самий поширений алгоритм передбачає застосування сигналів ІНС і СНС для алгоритму фільтрації, який використовується при оцінці похибок ІНС. Оцінки похибок коректують вихідний сигнал ІНС. В умовах стійкої роботи СНС точність ІНС порівнянна з точністю СНС і може навіть поступатися їй. Проблема оцінки контролю цілісності інтегрованого комплексу СНС – ІНС може бути розглянута з використанням методів загальної теорії, яка отримала назву «виявлення аномальних вимірювань» або функціональне діагностування динамічних систем [2].

Функціональне діагностування вивчає принципи, способи та пристрої оцінки технічних об'єктів з метою підвищення ефективності та якості роботи досліджуваних систем. Основною задачею функціонального діагностування є виявлення технічного стану об'єкту, що перевіряється в процесі його роботи в даний момент часу з точки зору правильності виконання функцій, що на його покладені [3]. Методи даного наукового напрямлення знаходять все більше застосувань, в зв'язку зі зростаючими вимогами до якості та надійності складних технічних систем, такі як навігаційні системи, що встановлені на борту повітряного судна. Згідно [3] при діагностуванні можливо вирішення трьох типів задач: перевірка справності, працездатності та правильності функціонування системи. Перевірка справності та працездатності не можуть бути проведені у умовах виконання польоту, оскільки пропонується проведення повного комплексу випробувань для оцінки технічного стану об'єкту на всіх режимах роботи.

Перевірка правильності функціонування системи потребує менших витрат. Вона виконується в робочому режимі та оцінює роботу системи в даний момент часу. Саме проведення такої перевірки є доцільним для динамічних об'єктів, в тому числі інтегрованої

навігаційної системи СНС – ІНС. При цьому по глибині діагностування розрізняють задачі контролю (виявлення факту відмови) та діагностування (локалізація дефекту).

Таким чином, метою діагностування комплексу СНС – ІНС є моніторинг цілісності СНС та контроль правильності функціонування ІНС. При цьому в основу контролю цілісності СНС покладений принцип аналітичної надмірності, а діагностичні ознаки (характеристика об'єкту, необхідні для визначення його технічного стану) формуються на базі вимірювань обох навігаційних систем. Це дозволить підвищити надійність автономного контролю цілісності та перевірку правильності функціонування ІНС в умовах польоту повітряного судна, проводити своєчасне виявлення, локалізацію та виключення аномальних вимірювань та забезпечувати функціональну стійкість комплексу супутникових та інерціальних навігаційних систем літальних апаратів навіть в особливих польотних умовах.

Методи діагностування по відстані розділяються на дві групи: діагностування по відстані до еталону та діагностування по відстані до множини. В методі еталонів відношення представленої ознаки до одного з n станів здійснюється по найменшій відстані до еталону, в якості якого береться типова для даного стану ознака. При діагностуванні відстані до множини враховується не відстань до еталону, а відстань від точки x до всіх точок множини з даним станом [3]. В якості ознаки поступової відмови може використовуватися зміна тренду змінної технологічного процесу. В реальних умовах тренд може бути прихований шумами, внаслідок чого виявити таку зміну досить важко. Необхідно використовувати методи виділення трендів. До таких методів відноситься поточне згладжування, експоненціальне згладжування, оцінювання поліноміальних трендів [4]. Одним із методів оцінювання тренду, що враховує спостереження за різними вагами, являється експоненціальне середнє [4]. У експоненціальної середньої ваги минулих спостережень зменшується тим більше, чим далі вони від моменту оцінки. При достатньо великому віддаленні від часу спостереження значення ряду не впливає на оцінку тренду. На практиці для опису тренду найчастіше використовується найпростіша двохпараметрична модель, яка описана в [4].

Таким чином, забезпечення функціональної стійкості комплексу супутникових та інерціальних навігаційних систем літальних апаратів в особливих польотних ситуаціях дозволить проводити своєчасне виявлення, локалізацію та виключення аномальних вимірювань, проводити функціональне діагностування ІНС під час виконання польоту та забезпечувати функціональну стійкість. Виконаний аналіз засобів оцінки ефективності сучасних систем комплексної обробки навігаційної інформації ІНС та СНС дозволив виділити нові підходи щодо діагностування цілісності СНС та контролю правильності функціонування ІНС, та виконати обґрунтування критерію оцінювання точнісної ефективності в особливих польотних ситуаціях.

Література

1. Калашник М.А. Механізми забезпечення сталого функціонування засобів навігації літальних апаратів в умовах деструктивного впливу / М.А. Калашник// Системи управління, навігації та зв'язку. – 2016. – Випуск 2(38). – С.3-8.
2. Навігаційне забезпечення Збройних сил України з використанням космічних систем: монографія / С.В. Козелков, К.С. Козелкова, С.М. Неділько та ін.; за ред. С.М. Неділько. – Кіровоград: Вид-во КЛА НАУ, 2013. – 628 с.
3. Харин Е.Г. Комплексная обработка информации навигационных систем летательных аппаратов : Опыт многолет. практ. применения : Учеб. пособие / Е.Г. Харин; ФГУП "Лет.-исслед. ин-т им. М.М. Громова", Моск. авиац. ин-т (Гос. техн. ун-т). - М. : Изд-во МАИ, 2002. - 259 с.
4. Mich'ele Basseville, Igor V. Nikiforov. Detection of Abrupt Changes: Theory and Applications, Prentice-Hall – Englewood Cliffs, N.J., 1993.