



Flight Academy
of National Aviation University

Льотна академія
Національного авіаційного університету

МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної науково-практичної конференції

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

З нагоди 70-річчя академії

24 листопада 2021 року

70 років
ювілей

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬОТНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



Матеріали

**X Міжнародної науково-практичної конференції
«Управління високошвидкісними рухомими
об'єктами та професійна підготовка операторів
складних систем»**

(з нагоди 70-річчя академії)

24 листопада 2021 року

Кропивницький, Україна

2022

- У 67 Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем» 24 листопада 2021 року, Кропивницький: - ПП «Ексклюзив - Систем», 2022 р. - 428 с.

*Рекомендовано до друку вченою радою Льотної академії
Національного авіаційного університету
(протокол №2 від 31.01.2022 року)*

У збірнику подано тези доповідей за матеріалами X Міжнародної науково-практичної конференції «Управління високошвидкісними рухомими об'єктами та професійна підготовка операторів складних систем».

Метою конференції є обмін науково-технічною інформацією, визначення перспективних шляхів розробки та розвитку нової техніки та технології, виявлення актуальних проблем, нових можливостей в галузі авіаційного транспорту та професійної підготовки.

За достовірність та науковий зміст викладеного матеріалу відповідають автори.

Посилання обов'язкове у разі передрукування або цитування.

Зміст

Пленарне засідання

<i>Enis T. TURGUT, Sinem KAHVECİOĞLU, Öznur USANMAZ</i> Overall civil aviation training system in Eskişehir technical university	3
<i>Л.М. Джума, Є.О. Гришманов, К.В. Долгосрова</i> Використання безпілотних повітряних суден для моніторингу радіотехнічного та світлосигнального обладнання в районі аеродрому.....	6
<i>В.В. Баранов, В.В. Куранда</i> Особливості правового регулювання чартерних авіаперевезень в Україні	9
<i>О.М. Дмитрієв, Р.Р.Соколов</i> Впровадження технології EYE-TARCKING в процес навчання розподілу уваги під час початкової підготовки пілотів.....	11

Секція 1

Технології та методи управління високошвидкісними рухомими об'єктами

<i>Г.А. Калашник, Ф. Садиков</i> Використання гіперспектрометрів в авіації та їх переваги	13
<i>Г.А. Kalashnyk</i> The main tasks for provision of the effective functioning of control, communication and navigation systems in Ukraine under the influence of heliogeophysical disturbances	15
<i>М.А. Kalashnyk-Rybalko, O.Yu. Slusarenko</i> The main trends in the development of integrated inertial satellite navigation systems and innovative strategies of provision of their functional stability	17
<i>Г.А. Калашник</i> Вплив відмовних ситуацій на стійкість функціонування сучасного комплексу бортового обладнання повітряного судна.....	19
<i>Г.А. Калашник, І.С Білан</i> Аналіз існуючих і перспективних систем моніторингу зон надзвичайних ситуацій з використанням сучасних геофізичних методів авіаційних зйомок для умов України	21
<i>Г.А. Калашник, Т. Гаджієв</i> Аналіз основних показників ефективності телекомунікаційних систем і систем спостереження та навігації для здійснення технічної експлуатації авіаційного радіоелектронного обладнання	23
<i>Г.А. Калашник, Б.В. Каплун</i> Аналіз проблем дозиметрії при авіаперельотах та оперативної оцінки рівня радіаційної небезпеки на авіатрасах	25
<i>М.А. Калашник-Рибалко, Т.Г. Дудник</i> Наукове обґрунтування необхідності перегляду мінімального метеомінімуму для окремих режимів польоту вертольоту Ми-2МСБ для різних очікуваних умов експлуатації.....	27
<i>М.А. Калашник-Рибалко, С.В. Семешко</i> Проблеми визначення відносних координат на борту сучасних повітряних суден.....	29
<i>В.С. Мажаров, О.А. Соколовський, Д.К. Гахрамані</i> Дослідження впливу COVID-19 на авіаційну промисловість	31
<i>В.П. Артамоновський</i> Застосування методу відокремлюючого розбиття для оцінки параметрів розподілу часу безвідмовної роботи	32

Проблеми визначення відносних координат на борту сучасних повітряних суден

Основним завданням систем відносної навігації є визначення відносних координат взаємодіючих об'єктів, обладнаних відповідною апаратурою, для підвищення безпеки польотів. При цьому висока точність визначення взаємних координат літальних апаратів (ЛА) є однією з основних вимог збереження заданого взаємного положення в процесі польоту при забезпеченні максимальної безпеки і запобіганні зіткненню. До завдань системи відносної навігації ЛА також відносяться [1]: 1) вимірювання параметрів відносного положення взаємодіючих ЛА і параметрів польоту; 2) виявлення всіх ЛА, обладнаних системою відносної навігації; 3) передача вимірних координат в бортовий обчислювальний комплекс для визначення траєкторій руху виявлених ЛА. При цьому висока точність визначення взаємних координат взаємодіючих ЛА є однією з основних вимог збереження заданого взаємного положення в процесі польоту при забезпеченні максимальної безпеки і запобіганню зіткненню. Виходячи з цього, можна виділити наступні характеристики, що визначають можливості різних систем відносної навігації групи ЛА: 1) пропускна здатність; 2) зона дії; 3) точність визначення взаємних координат.

Системи відносної навігації призначені для визначення і видачі екіпажу ЛА інформації про взаємні (відносних) координатах інших ЛА, взаємодіючих з даними ЛА і знаходяться в зоні дії системи. В даний час відомий цілий ряд різних методів побудови систем відносної навігації, які можуть бути розділені на три групи - автономні, неавтономні і комбіновані [1].

У неавтономних системах рішення задачі визначення взаємних координат здійснюється з використанням сигналів інших радіотехнічних систем. Такі системи можуть бути побудовані, наприклад, на базі комплексів УПР, радіосистем ближньої і дальньої навігації (РСБН, РСДН), а також супутникової радіонавігаційної системи (СРНС) [2].

Найважливішою перевагою неавтономних систем є простота побудови і часткове використання вже наявного обладнання, а також висока пропускна здатність. В даному класі систем відносної навігації особливе місце займають системи на основі СРНС. Якщо все взаємодіючі об'єкти обладнані прийомо-вимірювачами СРНС і є канал обміну інформацією, то задача визначення відносних координат буде вирішена. Точність відносних координат практично не буде залежати від конфігурації взаємного розташування об'єктів, а зона дії такої системи буде збігатися з зоною дії СРНС. Однак такі системи мають і ряд проблем, серед яких можна виділити наступні: 1) недостатня інформаційна надійність сигналів навігаційних супутників і, як наслідок, можливість різкого погіршення точності визначення координат за даними СРНС (погіршення геометричного фактору при маневруванні ЛА); 2) можливі порушення при обміні даними (спотворення або зникнення інформації).

На відміну від неавтономних систем відносної навігації автономні системи здатні функціонувати цілком незалежно від наземних або космічних джерел навігаційної інформації. У таких системах вся інформація про взаємне положення формується всередині групи ЛА. Основною умовою побудови автономної системи є необхідність забезпечення на кожному ЛА вимірювання відносних координат взаємодіючих з ним об'єктів. В існуючих в даний час автономних системах застосовується кутомірно-дальномірний метод визначення координат. Безпосередньо вимірюваними параметрами на борту кожного ЛА є дальності між взаємодіючими об'єктами і власні абсолютні координати ЛА. Обмін даними про абсолютні координати дозволяє отримати додаткову інформацію про взаємні дальності, а також визначити

відносні кутові координати. В автономній системі відносної навігації вимір абсолютних координат виробляється за допомогою пілотажно-навігаційного комплексу (ПНК), основною перевагою якого є надійність і безперервність отримання інформації [3]. Однак ПНК має і суттєвий недолік - нагромадження помилок в процесі польоту, а також невисоку точність оцінювання [3]. Одним з методів підвищення точності вимірювання абсолютних, а значить, і відносних координат є можливість використання в системі відносної навігації інтегрованих прийомо-вимірювачів, які працюють за змішаним сузір'ям навігаційних супутників.

Головним недоліком асинхронних систем є невисока пропускна здатність, що пояснюється значним рівнем внутрішньо системних перешкод. Зокрема, якщо запити і відповіді передаються на одній частоті, то при великому числі взаємодіючих ЛА система може реагувати на помилкові запити і стає непрацездатною [1, 2]. Недоліком синхронних систем є більш висока в порівнянні з асинхронними складність апаратури, а також необхідність використання високостабільних еталонів часу.

В особливу групу можна виділити комбіновані системи відносної навігації, які в процесі роботи можуть використовувати сигнали інших наземних, повітряних або космічних РНС. Прикладом комбінованої системи може служити система EROS [1, 2], яка використовує синхросигнали від наземних станцій синхронізації в зоні їх дії, а поза зоною працює автономно в асинхронному режимі. Система має дуже високу пропускну здатність, але вимагає наявності мережі наземних станцій синхронізації, без яких втрачає свої переваги. Комбіновані системи представляються найбільш перспективними з точки зору точності і надійності отримання взаємних координат, так як здатні найбільш повно використовувати наявну на борту навігаційну інформацію.

У системах відносної навігації дальність між ЛА може бути безпосередньо виміряна (за допомогою дальноміра) і обчислена, використовуючи дані про абсолютні координати, що надходять від СРНС. Таким чином, виникає завдання формування єдиної оцінки відносної дальності, при цьому необхідно уникнути різкого стрибка оцінки при зникненні сигналів одного з джерел (наприклад, СРНС), зокрема під впливом космічної погоди [4]. При цьому потрібно враховувати наступні проблеми визначення відносних координат на борту ЛА:

1) можливість провалів і аномальних похибок вимірювання дальності, а також провалів при обміні навігаційною інформацією між ЛА вимагає фільтрації далекомірної і координатної інформації;

2) наявність в системі відносної навігації двох джерел оцінок відносної дальності вимагає синтезу ефективних алгоритмів формування єдиної вихідної оцінки;

3) для зниження обсягу оброблюваної інформації часові інтервали (взаємні дальності) необхідно використовувати тільки для виявлення (і боротьби) з аномальними вимірами;

4) внаслідок складності побудови єдиного фільтра обробки всієї навігаційної інформації групи ЛА потрібна розробка ефективних квазіоптимальних структур фільтра.

Список використаних джерел

1. Орлов В.К., Герчиков А.Г., Чернявский А.Г. Локальные радиотехнические системы межсамолётной навигации: монография. СПб: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2011. 122 с.

2. Бабуров, В.И., Орлов В.К., Герчиков А.Г. Многостанционный доступ в локальной радиотехнической системе информационного обмена и наблюдения. *Транспорт: наука, техника, управление*. 2002. Вып. 2. С. 33–37.

3. Калашник-Рибалко М.А. Методика забезпечення функціональної стійкості пілотажно-навігаційного комплексу літального апарата на окремих режимах польоту/ М.А. Калашник-Рибалко// Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних сил. – 2018. – №1(55). – С.67-76.

4. Калашник-Рибалко М.А., Калашник Г.А. Результати експериментального дослідження якості приймання сигналів супутникових систем навігації одночастотними приймачами в умовах варіацій космічної погоди. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних сил України*. 2018. №4(33). С.128-137.