

«Теоретичне дослідження та метод синтезу гарантованого управління нелінійними ергатичними системами аеронавігаційного призначення при наявності конфліктів»

Основні наукові результати

Розглянуто загальну структуру комплексу „літак+засоби CNS/ATM”: динамічний керуваний абонент – динамічна мережа – динамічний керуючий центр.

Виявлено особливості режимів функціонування системи CNS/ATM. Система CNS/ATM – це система з високою динамікою інформаційно керуючих зв’язків. Режимми її функціонування характеризуються наявністю стратегій: острівної, хребтової та конфедеративної з високим рівнем мобільності абонентів, роумінгів проміжних інформаційних підсистем.

Відмітними ознаками режимів функціонування систем CNS/ATM є випадковий характер виникаючих ситуацій – нормальних, критичних, особливих та втрата „цілісності” керування.

Розроблено структуру системи керування ЛА засобами CNS/ATM у вигляді графа станів системи. На основі математичного апарату Марківських випадкових процесів розроблено математичну модель динаміки системи „літак+засоби CNS/ATM”, що дозволяє описувати динаміку зміни станів системи у продовж польоту ЛА за концепцією „вільного польоту”.

Розроблено математичну модель системи „літак+засоби CNS/ATM” з урахуванням динаміки використання ресурсів інформаційної мережі.

Запропоновано алгоритм керування процесом підтримки інформаційної зв’язності в системі „літак+засоби CNS/ATM” з урахуванням динаміки використання ресурсів інформаційної мережі. Аналіз особливостей інтелектуальних мереж зв’язку показав, що обчислювальна мережа – це різновидність розподілених систем, достоїнством яких є можливість розпаралелювання обчислень, що призводить до підвищення продуктивності та відмовостійкості системи. Використання комп’ютерних мереж повинне забезпечити користувачам мережі потенційну можливість сумісного використання ресурсів усіх комп’ютерів.

Розглянуто розповсюджені базові мережні технології: Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25 та frame relay. Застосування стандартних мережних технологій типу Ethernet, які дозволяють швидко та ефективно з’єднувати комп’ютери різних типів.

Розглянуто основні характеристики мереж зв’язку: топології, фізичні та логічні зв’язки, адресації вузлів, протоколи, інтерфейси.

Розглянуто модель ISO, як стандарт взаємодії відкритих систем, та сім рівнів взаємодії модель ISO: прикладний, представницький, сеансів, транспортний, мережний, каналний та фізичний. Визначено, що процес обміну (передачі) інформації між споживачами супроводжується пред’явленням вимог від споживачів інформації до інформаційної мережі, та вимогами інформаційної мережі до форми представлення повідомлень абонентами.

На основі аналізу принципів передачі інформації інтелектуальними комп’ютерними мережами, визначено: важливою тенденцією розвитку мережних технологій є передача в одній мережі як дискретних так і аналогових за своєю природою даних, можливість передачі інформації по каналу з шумами з найменшою ймовірністю помилки може бути здійснена лише завдяки запізнюванню, необхідному для розшифровки прийнятого сигналу.

Вперше запропоновано та системно обґрунтовано концепцію „віртуальних функціональних систем”, яка може служити оптимальною основою створення регіональних систем CNS/ATM. Розглянуто сучасні технології моделювання складних динамічних систем;

Узагальнено основні задачі організації комп’ютерних обчислень, серед яких важливе місце посідають задачі розробки чисельних алгоритмів та розробки програм та структури обчислювально-керуючої системи для реалізації алгоритмів керування;

Розроблено структуру комплексу дослідження системи „пілот-літак”; запропоновано нелінійну математичну модель літального апарату та її комп’ютерне відтворення;

Визначено особливості моделювання системи „пілот-літак”;

Проведено аналіз існуючих чисельних методів аналізу моделей динамічних систем,

Розроблено математичний апарат синтезу структури системи керувань „пілот-літак”;

Запропоновано методики: синтезу функціональної структури системи „пілот-літак”; син-

тезу гомеостатичної структури системи керування повітряним судном; узгодження психофізіологічних властивостей пілота з технічною частиною ЛА;

Проведено моделювання характеристик комплексу дослідження системи „пілот-літак”;

Розроблено інтерфейс дослідника системи (робоче місце).

Результати моделювання за допомогою пакету MATLAB та системи візуального моделювання SIMULINK характеристик комплексу дослідження системи „пілот-літак” підтвердили адекватність математичних моделей і ефективну працездатність розроблених алгоритмів.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів підтверджується використанням відомих методів дослідження, перевіркою розроблених методів та методик імітаційним моделюванням та проведеним комп’ютерним експериментом, що показало, що результати досліджень адекватно відображають ці методи.

Науково-технічні положення та висновки також обґрунтовані з коректного використання системного підходу з різних точок зору: теорій автоматичного управління, ергатичних систем, комп’ютерних інтелектуальних мереж; диференціальних рівнянь; динамічних, нелінійних, конфліктних систем.

Створення подібних нових методів та алгоритмів керування, здатних істотно підвищити рівень безпеки польотів, передбачене в рамках програми ICAO по створенню глобальної інтегрованої системи керування повітряним рухом через реалізацію систем зв’язку, навігації, стеження та керування повітряним рухом (CNS/ATM Systems) в усіх державах - членах ICAO (the Global Air Navigational Plan for CNS/ATM Systems).

Практична цінність

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що їх можливо застосовувати: при розробці найсучасніших систем керування аеронавігаційного, авіаційного та космічного призначення;

при створенні систем інформаційної підтримки екіпажа повітряного судна;

при підготовці рекомендацій по вдосконаленню диспетчерських служб керування аеронавігаційним простором.

Розроблено наукову платформу для аналізу і синтезу віртуальної системи керування повітряного судна, що ми називаємо системою «віртуальної авіоніки» повітряного судна, утвореної за рахунок системного об’єднання ресурсів середовища CNS/ATM і ресурсів повітряного корабля.

Розроблено універсальну комп’ютерну модель літака, яка була застосована для моделювання аеродинамічних характеристик літаків найрізноманітніших конфігурацій та розмірів і дозволила значно прискорити та здешевити процес проектування. Ця модель може бути використана при дослідженні вже існуючих літаків на предмет їх поведінки у конкретній льотній ситуації, якщо проведення реальних випробувань ризиковане, потребує великих матеріальних чи ресурсних витрат, або ускладнене іншими чинниками; запропонована модель може бути покладена в основу побудови системи керування літаком, геометричні параметри якого можна цілеспрямовано змінювати під час польоту – літака зі змінюваною конфігурацією. Така система керування під час польоту буде здійснювати постійний моніторинг параметрів польоту та геометричної конфігурації ЛА з метою оптимізації останньої. Створена модель також може використовуватись у якості універсальної моделі для вирішення задач CNS/ATM. Таке її застосування дозволить значно скоротити ресурси апаратного та програмного забезпечення, задіяні в організації системного керування повітряним рухом.

Патентна спроможність досягнутих результатів має бути досліджена додатковим патентним дослідженням.

Конкурентоспроможним є розроблений за результатами роботи алгоритм керування ЛА у аеронавігаційному просторі відповідно до вимог концепції CNS/ATM та FANS.

Можливий соціально-економічний ефект визначається надсучасним підключенням України у міжнародний розподіл послуг CNS/ATM, що приблизно оцінюється зарубіжними фахівцями у 200 млн. \$ на рік, за рахунок підвищення об’єму транзитних польотів.

Результати отримані під час виконання НДР можуть використовуватися Украерорухом та

Мінтрансом при впровадженні новітніх технологій в авіаційній промисловості.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. V.P. Babak, V.P. Kharchenko, F.J. Yanovsky. Elimination of Unauthorized Access to the Flight Control by Using Secondary Radar System Proceedings of the 2 nd International Workshop on Intelligent Transportation (WIT 2005).

2. Харченко В.П., Кукуш А.Г., Васильев В.Н. Методы оценки вероятности конфликтов для системы управления воздушным движением. Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики» Редакционно-издательский отдел с полиграфическим участком Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ №1 2005.

3. Харченко В.П., Знаковська Є.А. Моделювання порушення цілісності на основі методів дерева ризику і моделювання рідкісних подій Вісник Національного авіаційного університету, 2005, №1.

4. В.П. Харченко, М.И. Васюхин Методы организации динамических сцен в геоинформационных комплексах управления безопасностью полетов. Вестник ХНТУ “Информационные технологии” № 1 (21), 2005.

5. В.П. Харченко, В.Н.Васильев Прогнозирование вероятности столкновения самолетов при управляемом воздушном движении Научно – технический журнал “Авиационно – космическая техника и технология” № 7/23, 2005 , Харків “ХАП”.

6. В.П. Харченко, А.Г.Кукуш, В.Н.Васильев Обобщенный стохастический метод оценки характеристик потенциальных конфликтов управляемого воздушного движения. Международный научно-технический журнал “Кибернетика и системный анализ”, К.:, 2005, №3.

7. В.П. Харченко, А.Г.Кукуш, В.Н.Васильев Вероятная оценка риска столкновений самолетов при кооперативном управлении воздушным движением. Международный научно-технический журнал “Проблемы управления и информатики” НАНУ К.:, 2005, №5.

8. М.И. Васюхин, В.П. Харченко, Р.А. Столяренко. Методы построения зрительных сцен в системах видеонаблюдения. Збірка наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є. Пухова К.:, 2005, том № 1.

9. В.П. Харченко, А.С. Еременко, Г.Ф. Аргунов. Принципы построения и использования интеллектуальных тренажеров управления воздушным движением. Збірка наукових праць інституту проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є. Пухова К.:, 2005, том № 2.

10. V. Kharchenko, Yu. Chynchenko, L.Latypova. Definition of quantitative estimations of air traffic controller professional level by means of fuzzy sets theory. Proceedings. The Second World Congress “Aviation in the XXI –st century” “Safety in Aviation” K.: 2005.

11. V.P. Kharchenko, S.A. Zakora Software architecture of modeling system for comparison of aircraft conflict resolution algorithms. Proceedings. The Second World Congress “Aviation in the XXI –st century” “Safety in Aviation” K.: 2005.

12. V. Kharchenko, V.Vasylyev, A.Kukush Evaluation probability of aircraft collision at cooperative air traffic control. Proceedings. The Second World Congress “Aviation in the XXI –st century” “Safety in Aviation” K.: 2005.

13. Павлова С.В., Харченко В.П. Методы вычисления центральных моментов случайных величин параметров эрготической системы. Науковий журнал “Кібернетика та обчислювальна техніка” 2005.

14. Белкин В.В., Харченко В.П. Методика обґрунтування вимог до точності, надійності й структури систем запобігання зіткнень і міжлітакової навігації. Труды НАОУ, 2005, № 61.

15. Харченко В.П., Чихачов С.О. Методика побудови алгоритму оцінки точності комплексної обробки навігаційної інформації з використанням коректувальних сигналів супутникової радіонавігаційної системи. Збірник наукових праць ЦНДІ озброєння та військової техніки ЗС України К.: 2005, №15.

16. Белкин В.В., Харченко В.П. Системы предотвращения столкновений, основанные на использовании информации от СРНС и радиообмене. Збірник наукових праць “Проблеми транспорту” К.: НТУ, 2005, № 2.

17. С.В.Нагаев, А.Г.Кукуш, Е.А.Знаковская, С.И.Доценко. Определение объема выборки

в методе моделирования редких событий. Международный научно-теоретический журнал “Кибернетика и системный анализ”, К.:, 2006 №1.

18. V.Kharchenko, V.Babak, V.Vasylyev. Methods of conflict probability estimation and decision making for air traffic management. Journal “Aviation”, Vilnius “Technica”.: Vol x, № 1. 2006.

19. V.Babak, V.Kharchenko, V.Vasylyev. A generalized stochastic method of conflict probability evaluation at controlled air traffic. Abstracts of the 7 th International Seminar on “Recent Research and Design Progress in Aeronautical Engineering and Its Influence on Education”. Held on 11-12 October 2006, Estonia, Tallin.

20. В.П. Харченко, Ю.В. Чинченко Аерокосмічні системи моніторингу та керування. Вісник Національного авіаційного університету, 2006, № 2.

21. V.Babak, V.Kharchenko Advanced information technologies in aeronavigation. Proceedings of the Advancement of Aerospace – oriented Technology in the 21 st Century. Hankuk aviation university, 2006.

22. Харченко В.П., Луппо О.Е., Колотуша В.П. Принципи організації повітряного простору. Навчальний посібник. К.:НАУ, 2006 – 124с.

23. Харченко В.П., Луппо О.Е., Лялько В.Г. Автоматизована аеронавігація. Навчальний посібник. К.:НАУ, 2006 – 376.

24. V.Kharchenko, Y.Chynchenko Aerospace system of monitoring and management. Proceedings of the National Aviation University K.: 2006 № 3.

25. V.Kharchenko, Y.Chynchenko, S.Raychev Regional application of the first European air traffic controller selection test in Bulgaria. Proceedings of the National Aviation University K.: 2006 № 3.

26. В.П.Бабак, В.П.Харченко, Ю.В.Зайцев. Аеронавігація. Англо - російсько - український тлумачний словник до МЕГАмодульного навчального комплексу “Аеронавігація”К.:Книжкове вид-во НАУ, 2007.-328с.

27. V.Babak, V.Kharchenko, V.Vasylyev Using generalized stochastic method to evaluate probability of conflict in controlled air traffic. Aviation. – Vilnius., 2007, vol XI № 2.

28. Харченко В.П., Корченко А.Г., Пуха Д.А. Система социотехнических атак в информационной среде. Материалы второй международной научно-практической конференции.:К 2007 том.2.

29. Yuriy Chynchenko The vision for the next generation of air traffic management systems / Proceedings of the NAU. Aerospace Systems of Monitoring and Management. – K., 2006, № 3(29), 25-29.

30. Павлова С.В. Интеллектуальная стратегия автоматического исследования конуса включений нелинейной динамической управляемой системы в задачах компьютерной геометрии // Труды международной научно-практической конференции “Современные информационные и электронные технологии”. – Одесса: ОНПУ. – 2005.

31. Павлова С.В. Топология векторного поля динамических эргатических систем как прообраз их функциональных свойств // Матеріали 12-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління, м.Харків, 30 травня – 3 червня 2005 р.: в 3-х т. – Харків: Вид-во НТУ „ХПІ”, 2005.

32. S.Pavlova, Airplane dynamic virtual control in functionally closed “CNS-Airplane” systems // The second world congress “Aviation in the XXI-st century”. – Kyiv: NAU, September 19-21, 2005.

33. Павлова С.В., Оснач С.Г. Метод аналітико-геометричного моделювання аеродинамічних характеристик літака // Третя міжнародна науково-практична конференція „Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем”. – Дніпропетровськ: ДНУ. – 2005.

34. Павлова С.В. Топологічна оцінка функціональності якості керованої аеродинамічної системи літака // Вісник НАУ. –2005.

35. Михалочкин Н.А., Павлова С.В., Харченко В.П. Метод вычисления центральных моментов случайных величин параметров эргатических систем // Кібернетика и вычислительная техника. –2005.

36. Павлова С.В., Оснач С.Г. Аналітико-геометричне моделювання літака // Вісник НАУ. –2005.
37. Павлова С.В. Динаміко-системний страт в синтезі віртуальної авіоники повітряного судна, реалізуємої в середі CNS/АТМ // Актуальні проблеми інформатизації та інформаційних технологій.–2005.
38. Чихачов С.О., Ісаєнко О.С. Методика побудови алгоритму визначення оптимальної оцінки навігаційного параметру у процесі сукупної обробки нерівноточних вимірювань у комплексних навігаційних системах. ЦНДІ озброєння та військової техніки ЗС України: Збірник наукових праць. – Вип.14. – К.: ЦНДІ ОВТ, 2005. – С.21-26.
39. Харченко В.П., Лихачов С. О. Методика побудови алгоритму оцінки точності комплексної обробки навігаційної інформації з використанням коректувальних сигналів супутникової радіонавігаційної системи. ЦНДІ озброєння та військової техніки ЗС України: Збірник наукових праць. – Вип.15. – К.: ЦНДІ ОВТ, 2005. – С.42-49.
40. Белкин В.В. Харченко В.П. Методика обґрунтування вимог до точності, надійності й структури систем запобігання зіткнень і міжлітакової навігації. Труды академії, № 61. – К.: НА-ОУ, 2006. – С.128 – 135.
41. Павлова С. В., Харченко В. П. Метод вычисления центральных моментов случайных величин параметров эрготической системы. Кібернетика та обчислювальна техніка.- Вип. 147, 2006. - С. 14-21.
42. Белкин В.В., Харченко В.П. Системы предотвращения столкновений, основанные на использовании информации от СРНС и радиообмена. Проблемы транспорта: Зб.наук пр. - Вип.2.-К.:НТУ,2006.-С.196-203.
43. Харченко В.П. Принцип відносності в навігації на прикладу доплеровського вимірника швидкості. Вісник НАУ,-2006.-N3.-С.86-92.
44. Харченко В. П. Классификация навигационных средств. Проблемы транспорта: Зб.наук пр. -Вип.4.-К.:НТУ,2007.-С.71-77.
45. Борковський О.В., Іволгіна Т.О., Ільченко В.М. Алгоритмічне забезпечення робототехнічних вимірювальних комплексів в гнучких виробничих системах // Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції „Авіа-2007”, Київ, 2007. – Т.1. – С.11.49-11.52.
46. Ильченко В.Н., Иволгина Т.А., Кочеткова О.В. Лазерная измерительная система для контроля авиационных деталей // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – Спецвипуск. – С. 34-36.
47. Гумен М.Б., Іволгіна Т.О. Стабілізація траєкторного руху вимірювальної головки координатно-вимірювальної машини // Інтегровані інформаційні технології та системи (ІТТС-2007): Наук.-практ. конф. молодих учених та аспірантів. Київ, 29-31 жовт. 2007р. – К.: НАУ, 2007. – С. 18-19.