

«Теоретичні основи динамічного контролю визначальних параметрів аеродромних світлосигнальних комплексів»

Основні наукові результати

Запропонована науково обґрунтована методологія і алгоритм рішення задачі імовірнісної оцінки топологічної структури зображення вогнів АСК, як вхідної енергетичної дії в ПОС. Розроблена нова концепція і отримані алгоритми визначення нормованої функції інформативності ПОС для забезпечення заданого рівня БП для всіх етапів функціональної взаємодії екіпажа з АСК. Розроблений алгоритм імовірнісного моделювання процесу функціональної взаємодії екіпажа ПС з АСК при польотах в СМУ і отримані нові статистичні характеристики вихідних визначальних параметрів АСК. Запропонована концепція, і метод автоматичного контролю вихідного визначального параметра АСК з метою запобігання помилковим діям екіпажа ПС у момент ухвалення рішення про посадку. Науково обґрунтована комплексна оцінка ролі АСК і зовнішніх природних дій на характеристики просторової оптичної системи "Екіпаж - атмосферний аерозоль - АСК", що дозволяє з нових методологічних позицій розглядати технічні і теорія та запропонований метод динамічного контролю визначальних параметрів АСК дозволять створювати АСК, що забезпечать заданий рівень безпеки і регулярності польотів згідно вимог міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) при польотах у СМУ. Інформаційні характеристики перспективних АСК, а також систем автоматичного контролю ВВП АСК, необхідних для запобігання попаданню екіпажа в невизначену ситуацію на етапі ухвалення рішення про посадку.

Основними висновками за наслідками роботи є: - мінливість оптичної дальності видимості на траєкторії зниження ПС під час посадки є основним чинником, що визначає вірогідність виникнення невизначеної ситуації у польоті. Це явище обумовлює велику кількість АП при виробництві посадки ПС в СМУ (60% всіх АП і близько 40% - АК). - з усіх метеоявищ що істотно знижують видимість, в 86,2% випадків умови погоди нижче за мінімум І категорії обумовлені туманом, в 8,4% - снігопадом, в 4,3% - завірюхою, в 1% - туманом з снігом. Для II категорії туман обумовлює 95,9% випадків, завірюха - 2,5%, сніжні заряди - 1%. Закономірності зміни видимості для рівнинних аеропортів України можна вважати однаковими, причому повторюваність однакових градацій погіршення і поліпшення видимості приблизно рівні; - існуючі стандарти на топологічні схеми і світлотехнічні характеристики АСК затверджені ІКАО близько 50 років тому, тому вимагають уточнень і доповнень відповідно до вимог до БП і запропонованого в роботі нового підходу до процесу функціональної взаємодії екіпажа з АСК; - розроблена методика і алгоритм визначення ВВП АСК. Це є функція оптичної інформативності.

Чисельні значення функції оптичної інформативності АСК визначаються природними чинниками, професіоналізмом екіпажа, рівнем і технічним станом АСК; - у роботі науково обґрунтовано поняття відмови АСК. Відмови АСК необхідно розглядати з позиції функціонування просторової оптичної системи - "екіпаж - аерозоль атмосфери - АСК". Показники надійності АСК, що діють впливають на вірогідність виникнення невизначеної ситуації у польоті; - у роботі проведено аналіз існуючих методів і засобів контролю вихідних визначальних параметрів АСК і показано, що до теперішнього часу прийнятних для практики систем контролю не існує; - запропонована концепція і алгоритм принципово нової системи контролю ВВП АСК. Доведено, що контроль вихідних параметрів АСК в режимі реального часу можливий за умови застосування як моделі об'єкту сканування, деякого елементарного об'єму атмосферного аерозолю;

- запропонований алгоритм і спосіб моніторингу ВВП АСК, а також алгоритм побудови зображення АСК у шарі атмосферного аерозолю, що будується за рахунок віддзеркаленого зображення системою наземних оптичних датчиків. Доведено, що дискретний просторовий опис розподіленого енергетичного поля зображення АСК, з істотним обмеженням високих просторових частот, цілком реалізується на практиці;

- обґрунтовано, що при частотному аналізі зображення АСК, межа зрізу частот повинна визначатися межею просторового дозволу одиничного датчика, а інтервали відліків і область установки оптичних датчиків на земній поверхні, повинні відповідати межам ненульових значень просторового спектру зображення АСК; - розроблений алгоритм формування зображення

АСК, який повинен будуватися з використанням N - мірного звичайно-різницевого оператора з максимальним наближенням характеристики просторової фільтрації до Лапласіану; - розроблений новий метод ідентифікації пілотом, отриманого зображення АСК, з потрібними нормованими ВВП. Метод заснований на просторово-частотній відповідності характеристик видимого зображення фрагмента АСК з характеристиками ока людини.

Практична цінність

Проведено аналіз та систематизація умов виникнення у природі штучної просторової оптичної системи „око пілота – аерозоль атмосфери – світлосигнальні вогні”(ПОС), коли за рахунок фізичних процесів у шарі атмосферного аерозолі, до очей пілота не доходять прямі світові потоки від світлосигнальних вогнів і він спостерігає нечітке, об'ємне зображення фрагменту АСК яке створено за рахунок багаторазового відбиття світлового потоку від крапель водного аерозолі. Проведено аналіз факторів та технологія ідентифікації пілотом повітряного судна зображення фрагменту вогнів АСК на висоті прийняття рішення при польотах у складних метеорологічних умовах. Проведене збирання, обробка та систематизація даних стосовно стану застосування систем динамічного контролю визначальних параметрів АСК. На основі отриманих даних проведена оцінка впливу інформаційних характеристик аеродромних світлосигнальних комплексів на безпеку польотів.

Проведено порівняльний аналіз методів побудови математичних моделей, що до розсіювання оптичних хвиль в атмосферному аерозолі від групи світлосигнальних вогнів та на основі фізики створення просторових оптичних систем розглянути засоби побудови систем контролю визначальних параметрів аеродромних світлосигнальних комплексів під час посадки повітряного судна. Проведено патентний пошук та обґрунтовано вибір прототипів (аналогів) засобів контролю визначальних параметрів АСК.

Проведено аналіз моделей переносу зображення групи світлосигнальних вогнів в щільному шарі атмосферного аерозолі від поверхні землі, де вони розташовані до очей пілота ПС, який знижується по глісаді. На основі отриманих даних розроблені висновки щодо впливу властивостей ПОС на оптичні інформаційні характеристики зображення функціональної групи аеродромних світлосигнальних вогнів в щільному шарі атмосферного аерозолі в зоні спостереження його плотом на висоті прийняття рішення про посадку. Розроблено та визначено склад визначальних параметрів ПОС та проведено аналіз їх амплітудно – частотних характеристик для різних типів атмосферного аерозолі в залежності від геометричних розмірів водних крапель.

Проведено формування математичного апарату синтезу та аналізу систем динамічного контролю визначальних параметрів аеродромного світлосигнального комплексу та визначення методів побудови математичних моделей просторової оптичної системи "око пілота – аерозоль атмосфери – світлосигнальні вогні". Проведено аналіз використання в моделі теорії дефрагированого поля (теорії МІ) як суми окремих парціальних хвиль з щільностями збудження, що характеризує окрему світлову характеристику поодиноких світлосигнальних вогнів з індикатрисою розсіяння світла вогню, що характерна для атмосферного аерозолі релеєвського типу. Розглянуті суми парціальних хвиль для різних типів аерозольних частинок в залежності от їх розмірів та товщини простору, що зондується, від ока пілота, що спостерігає вогонь з кабіни повітряного судна на висоті прийняття рішення про посадку, до світлосигнального вогню.

Отримані моделі та алгоритми щодо властивостей повної математичної моделі для зображення функціональної групи аеродромних світлосигнальних вогнів в щільному шарі атмосферного аерозолі. Обґрунтована концепція побудови системи динамічного контролю визначальних параметрів аеродромного світлосигнального комплексу як складової частки системи „око пілота – аерозоль атмосфери – світлосигнальні вогні". Запропонована методика нормативного забезпечення показників ефективності систем динамічного контролю АСК. Проведена оцінка ролі АСК в забезпеченні БП та обґрунтування способу побудови системи контролю ВВП АСК.

Стосовно розробленого комплексу алгоритмів та моделей просторової оптичної системи розроблена модель функціонування системи динамічного контролю визначальних параметрів АСК. Обґрунтовано вектор визначальних вихідних параметрів просторової оптичної системи та проведено систематизація показників ефективності системи динамічного контролю. На основі

розробленої динамічної моделі переносу зображення групи світлосигнальних вогнів в щільному шарі атмосферного аерозолу від поверхні землі, де вони розташовані до очей пілота ПС, який знижується по глісаді, розроблені методичні рекомендації щодо розрахунку нормованих показників ефективності систем динамічного контролю АСК. На основі отриманих характеристик зображення вогнів АСК на висоті прийняття рішення, та проведеної оптимізації характеристик вектору визначальних параметрів АСК його складу та розроблених методичні рекомендації до оптичних інформаційних характеристик на вході просторової оптичної системи обґрунтовано та розроблено спосіб побудови системи контролю ВВП АСК.

Запропонована математична модель розрахунку зворотного світлорозсіяння як суми окремих парціальних оптичних хвиль з щільностями збудження, що характеризує окрему світлову характеристику поодиноких світлосигнальних вогнів з індикатрисою розсіяння світла вогню, що характерна для атмосферного аерозолу релеевського типу. Розглянуті суми парціальних хвиль для різних типів аерозольних частинок в залежності от їх розмірів та товщини зондуємого простору - від ока пілота, що спостерігає вогонь з кабіни повітряного судна на висоті прийняття рішення про посадку, до світлосигнального вогню. На основі отриманої моделі розроблені висновки щодо властивостей повної математичної моделі для зображення функціональної групи аеродромних світлосигнальних вогнів в щільному шарі атмосферного аерозолу.

Розроблені теоретичні основи систем динамічного контролю визначальних параметрів АСК можуть бути впроваджені в промисловості при створенні вітчизняного АСК та систем його контролю, що в свою чергу дозволить прискорити модернізацію аеропортів України, наблизити їх технічні характеристики до вимог стандартів ІСАО. Економічна значимість НДР базується на тому, що практично усі аеропорти України оснащені АСК застарілого типу і потребують їх заміни або модернізації. Тому дослідження сприяють створенню сучасних АСК є економічно доцільними і актуальними.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. В.М. Казак, М.П. Кравчук, А.О. Неклеса, А.В. Чельник, А.О. Щербінін. «Дослідження впливу живучості аеродромного світлосигнального комплексу на точність приземлення повітряного судна». Проблеми інформатизації та управління. Збірник наукових праць, Випуск 3(14) 2005.
2. В.М. Казак, М.П. Кравчук, С.О. Завгородній. «Оптимізація умов виконання літаком посадки в заданій точці злітної посадкової смуги з застосуванням методу лінійного програмування.» Вісник Північного наукового центру Транспортної Академії України, 9, 2006.
3. П.В. Попов, О.М. Тачиніна, М.П. Кравчук «Методика врахування дій екіпажу повітряного судна при посадці у складних метеорологічних умовах». Вісник Центрального наукового центру Транспортної Академії України. 10, 2007.
4. В.М. Казак, О.М. Тачиніна «Анализ характеристик пилота как динамического звена управления воздушным судном» Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля.–2006.–Вип.1.–С. 83-86.
5. О.М. Тачиніна «Оптимізація показників функціональної ефективності діяльності екіпажу в особливій ситуації в польоті» Тези доповідей VI Міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених. «Політ 2006».–К.: НАУ.– 2006.–С.18.
6. В.М. Казак, О.М. Тачиніна «Математична модель системи «літак –пілот–середовище» в умовах розвитку особливої ситуації у польоті». Зб. наук. пр. «Проблеми інформатизації та управління». –К.: НАУ.– 2006.–Вип. 3 (18). – С.165–169.
7. О.М. Тачиніна «Анализ влияния запаздывания в принятии решения экипажем на развитие особой ситуации в полете» МНТК «ISDMITç2005».– Херсон: Видавн. Херсон. морськ. ін.-ту.– 2005.–Т.І.–С.60–63.
8. В.М. Казак, О.М. Тачиніна «Анализ живучести системы «самолет–экипаж–среда» в особой ситуации в полете» МНТК «АВИА-2007».–Т.П.-К.: НАУ.– 2007.– С. 69-72.
9. В.М. Казак, О.М. Тачиніна «Оценка возможности сокращения времени требуемого экипажу для предотвращения особой ситуации в полете путем применения нечеткого регулятора» МНТК «ISDMITç2007». – Херсон: Видавн. Херсон. морськ. ін.-ту.– 2007.–Т.ІІ.–С.20–25.

10. Попов П.В. Кравчук М.П., О.М. Тачиніна «Методика врахування дій екіпажу повітряного судна при посадці у складних метеорологічних умовах» Вісн. Півн. наук. центру ТАУ. – 2007. – №10. – С.94–97.
11. Гальченко С.М., Неклеса А.О., Щербінін А.О., Чельник А.В. розробка алгоритму обробки інформації при діагностуванні технічного стану планера літака // Вісник центрального наукового центру ТАУ. – 2007. – Вип.10. – С. 110–111.
12. Гальченко С.М. Застосування комплексних вимірювальних систем для діагностування стану зовнішньої поверхні літака у польоті // Матеріали VIII МНТК «Авіа-2007». – Т. 2. – К.: НАУ, 2007. – С. 34.13–34.16.
13. Казак В.Н., Гальченко С.М., Ломавацкий И.Е., Шинкарук О.В. Методика ідентифікації і класифікації пошкодженого літака в польоті з використанням байесовських мереж // Матеріали міжн. наук.-практ. конф. «ISDMIT'2007». – Т. 1 – Херсон, 2007. – С. 56–59.
14. Казак В.М. Попов П.В. Алгоритм визначення функціональної відмови просторової оптичної системи «Пілот – Аерозоль атмосфери – Світлосигнальні вогні».- К.: Вісник північного наукового центру транспортної академії України., №8, 2005.- С. 118 – 122.
15. Попов П.В. Нормування показника інформативності аеродромного світлосигнального комплексу під час польотів у складних метеорологічних умовах. – К.: Вісник НАУ., 2005, №3 С.47 -53.