

«Методологія побудови систем активного управління гелікоптером, як багато зв'язним об'єктом, з урахуванням перехресних зв'язків між каналами управління»

Основні наукові результати

Наукове значення досліджень складається з розробки структури та алгоритмів новітніх контурів систем сумісного управління гелікоптером, які використовують ідеї безпосереднього управління аеродинамічними силами, що у теперішній час інтенсивно втілюються в практику при створенні зразків пілотажно-навігаційного обладнання перспективних літаків. Основними науковими результатами роботи слід вважати сукупність методик побудови систем активного управління гелікоптером з урахуванням перехресних зв'язків керуючих впливів та з використанням кінестетичного (квазіпредметного) способу управління. До наукових результатів роботи можна віднести алгоритми, що отримані при розробці контурів сумісного управління гелікоптером, побудованих за принципом розв'язання керуючих впливів пілота за законами узгодженої взаємодії органів управління та парирування небажаних аеродинамічних сил та моментів, які виникають при збудженні однієї з форм руху гелікоптера і призводять до коливальної нестійкості руху. У роботі проведений аналіз впливу окремих перехресних зв'язків між каналами управління на процеси відпрацювання заданих параметрів польоту й доцільності їх врахування при синтезі контурів управління. Теоретичні дослідження склалися з розробки методик синтезу контурів сумісного управління, що базуються на методах синтезу за стандартними формами Баттерворда, на методі модального управління, а також на методах послідовного синтезу контурів управління з використанням методів логарифмічних амплітудно-частотних характеристик. Запропоновано при синтезі контурів перехресних зв'язків використовувати матричні методи врахування багатомірних зворотних зв'язків або здійснювати структурний синтез цих контурів. До наукових результатів роботи слід віднести запропоновані алгоритми контурів сумісного управління, що побудовані на основі новітнього кінестатичного способу включення пілота в контур управління, захищеного патентом на винахід, як квазіпредметне управління. При розробці системи кінестатичного управління інваріантною за задавальним впливом використовувався математичний апарат чотиріполюсників із заміною узагальнених швидкостей узагальненими переміщеннями, які зв'язані зі швидкостями інтегральною залежністю. У роботі розроблені принципи побудови координатних пультів ручного керування, які дозволяють розвантажити зір і увагу пілота за рахунок включення в процес управління гелікоптером рушійного почуття людини – кінестезії з одночасним зниженням рівня регуляції керуючих дій пілота з кортикального до спинномозкового. Отриманні у роботі кінематичні співвідношення для трьохкоординатного пульта ручного керування в системі кінестатичного управління, які також можна вважати науковими результатами роботи, дозволили розв'язати задачу предметного моделювання динаміки гелікоптера на рукоятці управління пульта без спеціалізованого бортового цифрового обчислювача.

Практична цінність

Результати НДР використані при розробці алгоритмів реалізації контурів сумісного управління гелікоптером, побудованих за принципом розв'язання керуючих впливів пілота за законами узгодженої взаємодії органів управління та парирування небажаних аеродинамічних сил та моментів, які виникають при збудженні однієї з форм руху гелікоптера і призводять до коливальної нестійкості руху. Аналіз проведених та ліцензійних пошуків показує, що саме в цьому напрямку проводяться основні роботи по створенню сучасних систем автоматизованого управління гелікоптерів, зокрема, аналогічна система управління впроваджується на найновіших американських гелікоптерах серії "Comanche" компаній Boeing і Sikorsky. Застосування запропонованих методик побудови систем активного управління дозволить підвищити конкурентоспроможність вітчизняних підприємств по створенню сучасного авіаційного обладнання. У роботі запропоновано ієрархічну процедуру синтезу контурів автоматичного управління гелікоптером, які працюють сумісно з контурами ручного управління у випадку невтручання пілота в управління. При синтезі контурів перехресних зв'язків запропоновано використовувати матричні методи врахування багатомірних зворотних зв'язків або здійснювати структурний синтез цих контурів. Як приклад, за розробленою методологією проектування синтезовані закони

сумісного управління гелікоптером за новим для гелікоптерів принципом - принципом систем активного управління, а саме з розв'язанням каналу управління загальним кроком несного гвинта та каналу управління автоматом перекоосу. У роботі запропоновано будувати контури сумісного управління, на основі новітнього кінестатичного способу включення пілота в контур управління, захищеного патентом на винахід, як квазіпредметне управління. У роботі показано, що кінестатична система сумісного управління, використовуючи предметну модель динаміки гелікоптера стає системою керування інваріантною за задавальним впливом пілота. У роботі запропонована методика побудови координатних пультів ручного керування, які дозволяють розвантажити зір і увагу пілота за рахунок включення в процес управління гелікоптером рушійного почуття людини – кінестезії з одночасним зниженням рівня регуляції керуючих дій пілота. Практична цінність НДР полягає, у тому, що впровадження запропонованої системи активного управління гелікоптером, дозволить: 1) розвантажити верхні рівні центральної нервової системи пілота (зору та уваги) для розв'язанням стратегічних і тактичних задач управління польотом; 2) суттєво підвищити ефективність використання гелікоптера та покращити умови роботи пілота, яка в контурі сумісного управління зводиться до управління ізольованими аперіодичними ланками, що предметно відтворюються пультом кінестетичного управління; 3) при наявності схем компенсації виконувати надзвичайне складне за управлінням маневрування гелікоптером; 4) при застосуванні запропонованих методик побудови систем активного управління підвищити конкурентоспроможність вітчизняних підприємств по створенню сучасного авіаційного обладнання. За розробленою методикою виготовлено діючий зразок трьохкоординатного пульта ручного керування системи сумісного управління гелікоптером, що побудована на принципах кінестетичного включення пілота в управління і який дозволяє використовувати моторну пам'ять пілота для врахування в алгоритмах його керуючих дій динаміки гелікоптера, що предметно відтворюється в рукоятці керування пульта. Цій пульт може використовуватися як експериментальний зразок при розробці систем управління гелікоптерів. Розроблені алгоритми системи активного управління гелікоптером за запропонованою методологією будовання не мають аналогів у практиці побудови подібних вітчизняних систем.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах

1. Рогожин В.О., Філяшкін М.К. “Система активного управління гелікоптера”, журнал “Електроніка та системи управління” №2 (4), К.: НАУ, 2005.
2. Рогожин В.О., Філяшкін М.К. “Алгоритми автоматичного керування вертикальним маневром гелікоптера за двоканальною схемою”, журнал “Електроніка та системи управління” №2 (4), К.: НАУ, 2005.
3. Філяшкін М.К., Назаренко А.О. “Адаптивна система автоматичного управління бічним рухом БПЛА при польоті за маршрутом”, журнал, “Електроніка та системи управління”, К.: НАУ, 2005.
4. Філяшкін М.К., Черкас Ю.А., “Система активного управління бічним рухом гелікоптера”, журнал “Електроніка та системи управління”, К.: НАУ, 2005.
5. Філяшкін М.К., Перетяцько О.М., “Двоканальна система автоматичного управління маловисотним польотом гелікоптера”, журнал “Електроніка та системи управління”, К.: НАУ, 2005.
6. Філяшкін М.К. “Контури перехресних зв'язків в системах автоматизованого управління вертольотом”, "Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції АВІА-2006", том 1, К.: НАУ, с. 22. 2006 г.
7. Кашматов В.Й. “Анализ систем ручного управления вертолетом”, "Матеріали VII міжнародної науково-технічної конференції АВІА-2006", том 1, К.: НАУ, с. 22. 2006 г.