



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54022 (13) U
(51) МПК (2009)
B64C 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

1

(21) u201004686

(22) 20.04.2010

(24) 25.10.2010

(46) 25.10.2010, Бюл. № 20, 2010 р.

(72) СИМОНОВ ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ, БАНДУРА ІВАН МИКОЛАЙОВИЧ, НАЗАРОВА АНАСТАСІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є.ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Система керування безпілотним літальним апаратом, що складається з послідовно з'єднаних підсилювача, рульової машини, керма висоти, безпілотного літального апарата, а також пристрою зворотного зв'язку, вхід якого з'єднаний з першим виходом рульової машини, швидкісного гіроскопа, вхід якого з'єднаний з виходом безпілотного літального апарата, гіровертикалі, вхід якої

2

з'єднаний з виходом безпілотного літального апарата, висотоміра, вхід якого з'єднаний з виходом безпілотного літального апарата, яка **відрізняється** тим, що до її складу введені послідовно з'єднані задавач, мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, обчислювач, цифро-аналоговий перетворювач, вихід якого з'єднаний з підсилювачем, а також датчик напруги, вхід якого з'єднаний з другим виходом рульової машини, а вихід з'єднаний через перший нормуючий підсилювач з шостим входом мультиплексора, датчик струму, вхід якого з'єднаний з третім виходом рульової машини, а вихід з'єднаний через другий нормуючий підсилювач з сьомим входом мультиплексора, при цьому виходи пристрою зворотного зв'язку, швидкісного гіроскопа, гіровертикалі та висотоміра з'єднані відповідно з другим, третім, четвертим та п'ятим входами мультиплексора.

Корисна модель належить до оптимальних систем стабілізації висоти безпілотних літальних апаратів.

Відома система стабілізації безпілотного літального апарата (БПЛА), яка містить послідовно з'єднані систему керування, підсилювач, рульову машину, кермо висоти, БПЛА, а також пристрій зворотного зв'язку, вхід якого з'єднаний з виходом рульової машини, а вихід з'єднаний з другим входом системи керування, швидкісний гіроскоп, вхід якого з'єднаний з виходом БПЛА, що вимірює кутову швидкість тангажа ψ' , а вихід з'єднаний з третім входом системи керування, гіровертикаль, вхід якої з'єднаний з виходом БПЛА що вимірює кут тангажа ψ , а вихід з'єднаний з четвертим входом системи керування, висотоміра, вхід якого з'єднаний з виходом БПЛА який вимірює висоту H , а вихід з'єднаний з п'ятим входом системи керування [див.: Боднер В. А, Козлов М. С. Стабилизация летательных аппаратов и автопилоты.- М.: Оборонгиз, 1961], яка вибрана в якості прототипу.

Недоліком системи є великий обсяг електроенергії, що використовується для керування безпілотним літальним апаратом.

Задачею корисної моделі є забезпечення зменшення обсягів електроенергії за рахунок найбільш економного режиму споживання енергії, що витрачається на керування безпілотним літальним апаратом.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що до складу системи керування безпілотного літального апарата, що складається з послідовно з'єднаних підсилювача, рульової машини, керма висоти, БПЛА, а також пристрою зворотного зв'язку, вхід якого з'єднаний з першим виходом рульової машини, швидкісного гіроскопа, вхід якого з'єднаний з виходом БПЛА що вимірює кутову швидкість тангажа ψ' , гіровертикалі, вхід якої з'єднаний з виходом БПЛА що вимірює кут тангажа ψ , висотоміра, вхід якого з'єднаний з виходом БПЛА який вимірює висоту H , згідно з корисною моделлю до її складу введені задавач, мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, обчислювач, цифро-аналоговий перетворювач, вихід якого з'єдна-

(13) U

(11) 54022

(19) UA

ний з підсилювачем, а також датчик напруги, вхід якого з'єднаний з другим виходом рульової машини, а вихід з'єднаний через перший нормуючий підсилювач з шостим входом мультиплексора, датчик струму, вхід якого з'єднаний з третім виходом рульової машини, а вихід з'єднаний через другий нормуючий підсилювач з сьомим входом мультиплексора, виходи пристрою зворотного зв'язку, швидкісного гіроскопа, гіровертикалі та висотоміра з'єднані відповідно з другим, третім, четвертим та п'ятим входами мультиплексора.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленням, де на Фіг. зображена блок-схема запропонованої оптимальної за витратою енергії на керування системи безпілотного літального апарата.

Система керування безпілотного літального апарата містить: послідовно з'єднані задавач 1, мультиплексор 2, аналого-цифровий перетворювач 3, обчислювач 4, цифро-аналоговий перетворювач 5, підсилювач 6, рульову машину 7, кермо висоти 8, БПЛА 9. Мультиплексор 2 має сім входів. Перший вхід мультиплексора 2 підключений до виходу задавача 1. На БПЛА 9 встановлені: швидкісний гіроскоп 11, що вимірює кутову швидкість тангажа ψ , його вихід з'єднаний з третім входом мультиплексора 2, гіровертикаль 12, яка вимірює кут тангажа ψ , її вихід з'єднаний з четвертим входом мультиплексора 2, висотомір 13, який вимірює висоту Н, його вихід з'єднаний з п'ятим входом мультиплексора 2. Вхід пристрою зворотного зв'язку 10, з'єднаний з першим виходом рульової машини 7, а вихід - з другим входом мультиплексора 2. Вхід датчика напруги 14, з'єднаний з другим виходом рульової машини 7, а вихід - з входом першого нормуючого підсилювача 16. Вхід датчика струму 15 з'єднаний з третім виходом рульової машини 7, а вихід - з входом другого нормуючого підсилювача 17. Вихід першого нормуючого підсилювача 16 з'єднаний з шостим входом мультиплексора 2, а вихід другого нормуючого підсилювача 17 з'єднаний з сьомим входом мультиплексора 2.

Система керування безпілотним літальним апаратом працює наступним чином: під час польоту на перший вхід мультиплексора 2 через задавач 1 подається сигнал про задане значення висоти, який порівнюється в обчислювачі з дійсним

значенням висоти. Якщо між цими сигналами є різниця, то сигнал з виходу мультиплексора 2 через аналого-цифровий перетворювач 3 надходить на вхід обчислювача 4. Сигнал з виходу обчислювача 4 через цифро-аналоговий перетворювач 5 іде на підсилювач 6, а потім на рульову машину 7, яка повертає кермо висоти 8, що викликає поворот БПЛА 9, на якому встановлені: швидкісний гіроскоп 11, що вимірює кутову швидкість ψ , гіровертикаль 12, яка вимірює кут тангажа ψ , висотомір 13, який вимірює висоту Н, ці сигнали подаються відповідно на другий, третій, четвертий та п'ятий входи мультиплексора 2. Сигнал з висотоміра викликає відхилення керма висоти, поворот поздовжньої осі та змінення кута атаки на величину, пропорційну відхиленню висоти. Збільшення підйомної сили викликає поворот вектора швидкості в вертикальній площині та появу вертикальної швидкості. За рахунок вертикальної швидкості змінюється барометрична висота та змінюється сигнал висотоміра 13. При цьому кермо висоти 8 відхилиться в протилежний бік та вийде змінення підйомної сили зворотного знаку. Під дією зворотного змінення підйомної сили вектор швидкості почне знову обертатися до горизонтального положення, і зміна висоти буде продовжуватись у тому ж напрямку.

Сигнал про значення напруги подається з другого виходу рульової машини 7 на датчик напруги 14, далі - через перший нормуючий підсилювач 16 на шостий вхід мультиплексора 2. Сигнал про діюче значення струму подається з третього виходу рульової машини 7 на датчик струму 15, далі через другий нормуючий підсилювач 17 на сьомий вхід мультиплексора 2.

Обчислювач реалізує оптимальний за витратами електроенергії алгоритм керування. Критерій оптимальності має вигляд:

$$I = \int_0^t U_{\text{цo}}^2(\tau) d\tau.$$

Цифровий обчислювач на основі інформації про струм і напругу рульового приводу, а також про стан літального апарата виробляє керуючу дію за алгоритмом, знайденим за допомогою аналітичного конструюванню регулятора:

$$U_{\text{цo}}(t) = C_1 U_{\text{рм}}(t) + C_2 i(t) + C_3 \Delta H(t) + C_4 U_{\Delta \psi}(t) + C_5 \Delta \psi'(t) + C_6 \delta_{\text{рв}}(t),$$

де $U_{\text{рм}}$ - напруга рульової машини;

i - струм;

ΔH - відхилення від заданого значення висоти;

$U_{\Delta \psi}$ - відхилення від заданого значення кута тангажа;

$\Delta \psi'$ - відхилення від заданого значення кутової швидкості тангажа;

$\delta_{\text{рв}}$ - кут руля висоти.

Таким чином, введення до системи додатково датчиків напруги та струму, нормуючих підсилювачів, аналого-цифрових підсилювачів та цифрового обчислювача, що реалізує оптимальний за витратами енергії закон керування, дозволяє забезпечити найбільш економний режим споживання енергії, що витрачається на безпілотному літальному апараті і тим самим збільшити його дальність польоту.

