

Н.В.Білак, к.т.н., доцент. (Національний авіаційний університет)
 Д.Ю.Якимчук, студент (Національний авіаційний університет)

Оптимальна система стабілізації висоти польоту екраноплана

На сьогоднішній день існує велика необхідність модернізації транспортних систем, зумовлена пошуком компромісу між швидкістю та енергозатратністю пересування як на малі відстані. Екраноплани, як транспортні засоби, вже давно не є інновацією, проте досі не введені в широку експлуатацію, насамперед через специфічність умов їх використання та недостатню кількість практичних досліджень. Тому дослідження та вдосконалення систем управління рухом таких літальних апаратів вважається одною з найбільш актуальних тем, якою цікавляться конструкторські бюро авіаційних компаній в багатьох країнах сучасного світу.

Дизайнери екранопланів, які зараз працюють над новими дизайнами, мають обчислювальну потужність і програмне забезпечення, доступне для них, якого не існувало в 1960-х і 1970-х роках, коли екраноплани були вперше розроблені[2].

Теорія та технологія екранопланів знаходяться на дуже ранній стадії та охоплюють широкий спектр можливих конфігурацій літака. Розмір екранопланів і їх швидкість можуть варіюватися від пасажирських прототипів, що працюють зі швидкістю 50 км/год, до великих військових суден зі швидкістю 500 км/год. Крім того, екраноплан взаємодіє з поверхнею води під час зльоту та посадки на швидкості, вищій, ніж більшість морських суден. На сьогоднішній день більшість теорії було розроблено експериментально та шляхом порівняння з іншими літаками та морськими суднами, адже екраноплан поєднує у собі найкращі параметри обох типів транспортів.

Об'єктом дослідження виступає екраноплан типу Б, який має літакоподібну компоновальну схему. Відомо, що рух ЛА можна розглядати як складний – рух центру мас і рух навколо центру мас. Для характеристики руху в будь-який момент часу необхідно мати шість координат як функцій часу: три координати руху центру мас і три кутові координати. Повністю описати рух екраноплана в просторі можна за допомогою кінематичних рівнянь, що визначають рух ЛА без урахування сил і моментів, що діють на нього, і динамічних рівнянь сил і моментів. В нашому випадку розглядається поздовжній рух екраноплана[3].

Поздовжнім рухом називають рух, який ЛА здійснює у поздовжній вертикальній площині за кутом атаки α , кутом тангажу ϑ , кутом нахилу траєкторії θ , висотою H і по поздовжній координаті y .

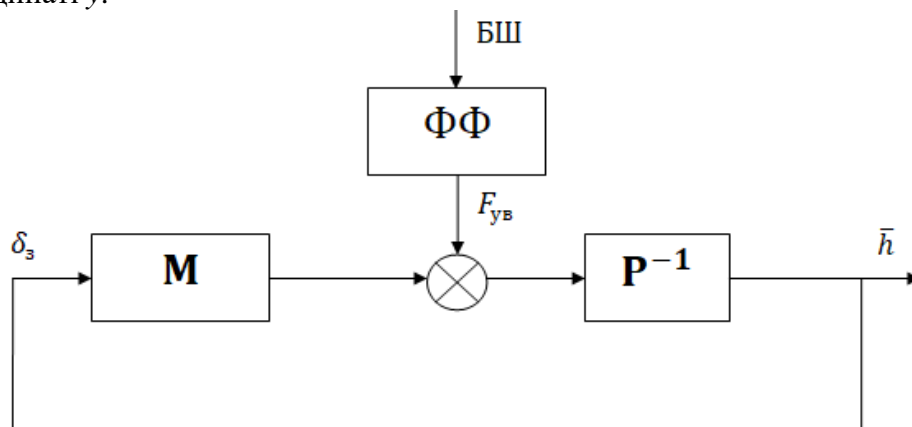


Рис.1 Схема каналу управління висотою польоту ЛА

де P і M – знаменник та чисельник передавальної функції управління відповідно; $\Phi\Phi$ – формуючий фільтр; $BШ$ – вектор сигналу білого шуму; \bar{h} – вектор вихідних координат; δ_s – вектор координат управління закритками; $F_{yв}$ – вектор координат збурюючого впливу.

Оптимальними системами є такі, у яких максимізується або мінімізується заздалегідь обраний показник якості. Основна задача теорії оптимізації – вибір такого управління, за яким може бути досягнута ціль управління за умови мінімізації (максимізації) визначеного критерію (функціонала) якості системи, що досліджується[1].

Спочатку в дослідженнях розраховується передавальна функція з системи рівнянь поздовжнього руху методом Крамера, потім синтезується оптимальний регулятор.

Основні етапи вирішення задачі аналізу якості такі:

- по відомих динамічних характеристиках ланок і системи в цілому, а також вхідних керувань і збурюючих впливів і перешкод визначаються вихідні сигнали системи (їх динамічні характеристики);
- встановлюються властивості “ідеальної” системи і моделі динаміки бажаних сигналів, обирається вид бажаного показника якості системи;
- визначається поняття помилки системи;
- обчислюється значення показника якості в заданих експлуатаційних умовах;
- проводиться порівняння обчислювального значення показника якості з необхідним, робиться висновок про придатність системи, її ефективність, доцільність удосконалення системи з метою підвищення її якості, оцінюється вплив тих або інших експлуатаційних чинників і параметрів конструкції на якість системи і т.п; чим менше буде значення яке характеризує помилку, тим вищою буде якість.

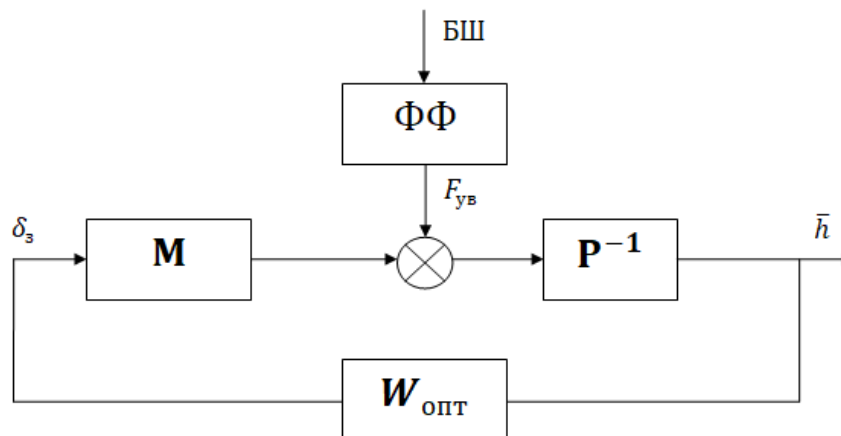


Рис. 2 Схема каналу управління висотою польоту з оптимальним регулятором

У дослідженнях було проведено синтез оптимальної системи стабілізації висоти за алгоритмом Вінера-Колмогорова, було змодельовано роботу системи управління висотою польоту досліджуваного екраноплана, отримано результати моделювання роботи оптимальної та класичної систем, а також порівняльний аналіз якості роботи системи управління висотою польоту з синтезованим оптимальним регулятором та класичної системи стабілізації висоти польоту.

Список літератури

1. Л.М.Блохін, М.Ю.Буриченко, О.П.Кривоносенко, Ю.М.Безкоровайний “Базові алгоритми статистичної динаміки”, Київ, НАУ, 2007 рік, 108с.
2. L.Yun et al., WIG Craft and Ekranoplan, DOI 10.1007/978-1-4419-0042-5_1, Springer Science+Business Media, LLC 2010
3. А.Е.Асланян Системи автоматичного управління польотом літальних апаратів, Київ, КВВАІУ, 1984 год, 435с.