

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЮ ПОСАДКОЮ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА НА ШАСІ

Ефективність використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) залежить в тому числі від способу організації завершального етапу польоту.

Параметри руху під час посадки визначають можливі механічні навантаження, що діють на БПЛА, а отже і ресурс використання. Траєкторії приземлення впливають на розмір площадок, які необхідні для їх застосування [1, 2]. Особливо суттєво цей фактор обмежує можливості безпілотних літаків. Завдяки економічності, швидкості та дальності польоту такі БПЛА мають широке розповсюдження, що зумовлює актуальність досліджень в галузі автоматичного керування їх посадкою.

Метою роботи є розробка системи керування безпілотного літака, здатної забезпечити його автоматичне приземлення на шасі із заданою точністю в умовах дії вітру, а також визначення допустимих значень швидкості вітру.

Для досягнення мети розроблена математична модель руху малорозмірного безпілотного літака класичної аеродинамічної схеми та створена імітаційна схема в Simulink MATLAB. З її допомогою перевірена якість та точність керування приземленням БПЛА з розробленими алгоритмами. Розраховані параметри експонентної траєкторії приземлення та синтезований лінійно-квадратичний оптимальний регулятор. Імітаційне моделювання показало можливість функціонування системи в умовах дії зустрічного вітру зі швидкістю 9 м/с або попутного вітру зі швидкістю 3 м/с (рис. 1, 2).

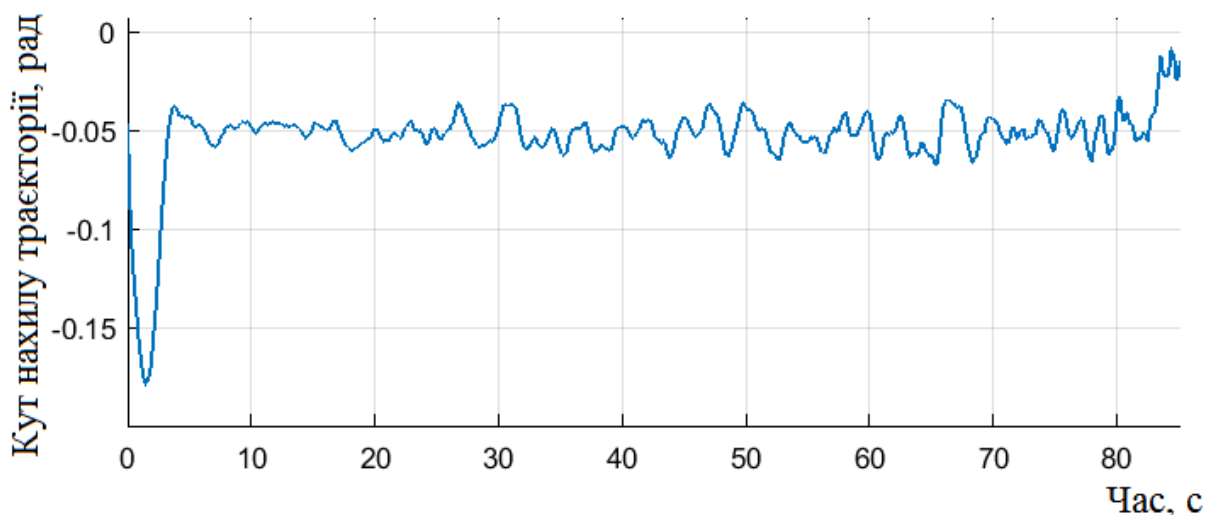


Рис. 1. Кут нахилу траєкторії під час посадки при дії попутного вітру

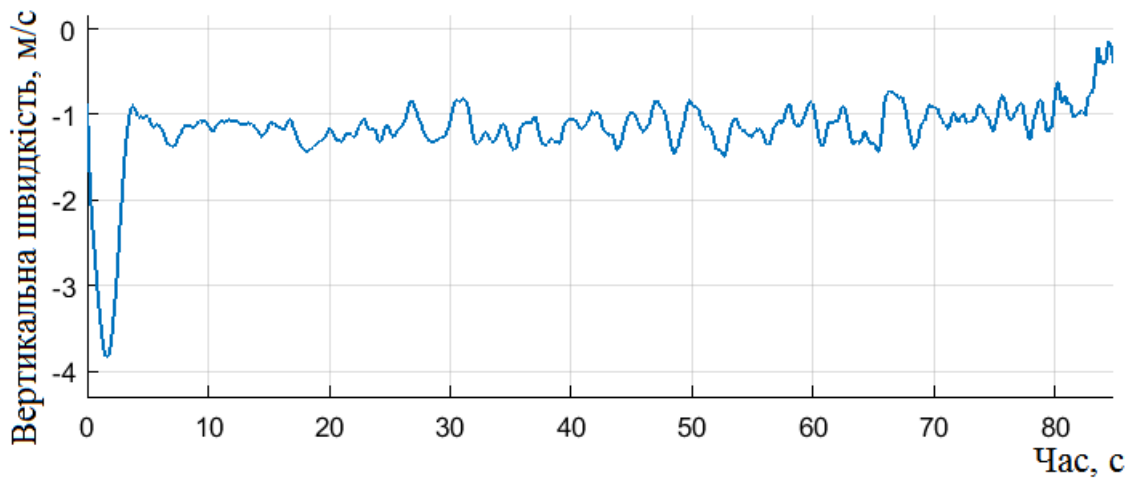


Рис. 2. Вертикальна швидкість під час посадки при дії попутного вітру

На рис. 1, 2 показані кінематичні параметри безпілотного літака під час заходу на посадку з висоти 100 м, що переходить у вирівнювання по експонентній траєкторії, починаючи з висоти 3 м. Система керування забезпечила вертикальну швидкість дотику 0,32 м/с в умовах попутного вітру (рис. 3, 4).

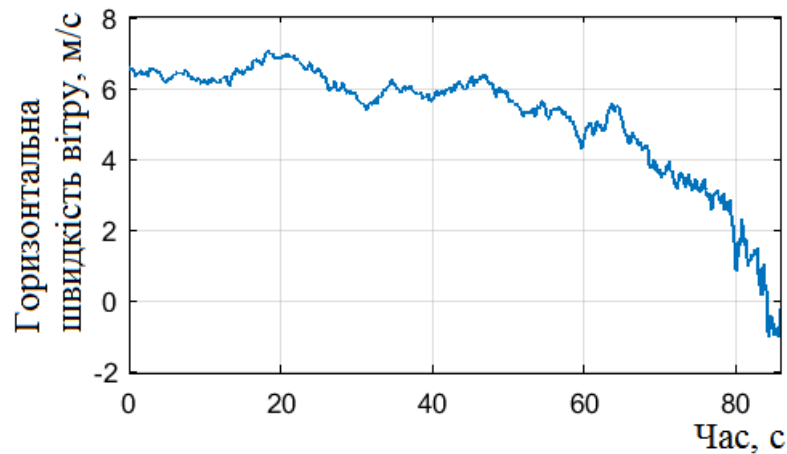


Рис. 3. Реалізація швидкості попутного вітру

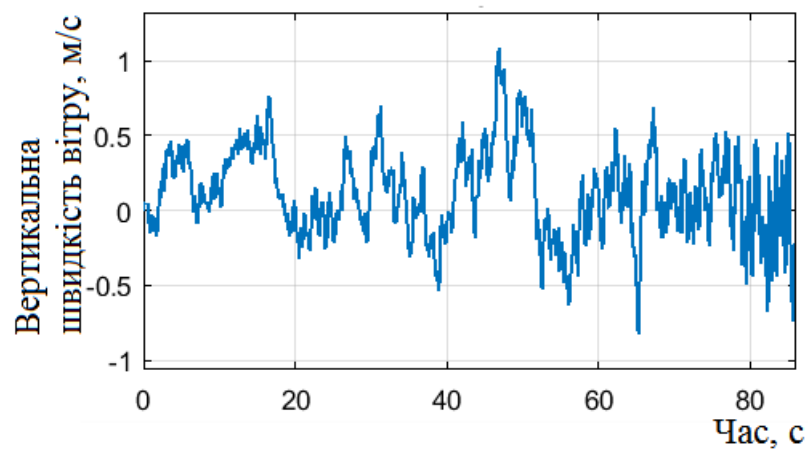


Рис. 3. Реалізація вертикальної швидкості вітру

Апаратна частина системи керування створена на основі чотирьохшарової друкованої плати з використанням мікроконтролера STM32F4, інерціальних мікромеханічних вимірювачів, лазерного висотоміру та приймача сигналів супутникових навігаційних систем. Працездатність системи підтверджена напівнатурним моделюванням. Програмна частина пристрою заснована на операційній системі реального часу Free-RTOS і може легко модифікуватися. Це забезпечує зручність програмування та формування польотного завдання, а також зміни законів керування.

Підчас дослідження впливу похибок навігаційної системи на точність приземлення знайдені вирази, що обмежують ці похибки і включають також в себе параметри траєкторії вирівнювання. При цьому, на відміну від авторів [3, 4], траєкторія приземлення формувалася у вигляді однієї експоненти.

Отримані алгоритми, а також висновки стосовно точності керування в умовах дії вітру, а також його допустимих меж можуть застосовуватись при створенні та експлуатації систем автоматичного керування з подібними посадковими швидкостями (15 – 30 м/с). Іншим практичним результатом дослідження є розробка лабораторної роботи з дисципліни «Системи керування повітряних і космічних літальних апаратів».

Література

1. Макаров И.М., Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П., Евстигнеев Д.В. Интеллектуальная система управления автоматической посадкой беспилотного летательного аппарата на основе комплексного применения технологии нечеткой логики // Авиакосмическое приборостроение. – 2004 г. – №10. – С.30–40.

2. Павлушенко М.И., Евстафьев Г.М., Макаренко И.К.. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. – М.: «Права человека». – 2005 г. – 612 с.

3. П.С. Семидел, В.В. Бурнашев. Синтез законов управления автоматическим приземлением самолета на шасси // сборник докладов X Международной научно-технической конференции "Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники", Киев, – 2015, С. 526 – 532.

4. Збруцький О.В., Бурнашев В.В. Точність навігаційної системи для автоматичної посадки безпілотного літака // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2012. – №5. – С. 97–101.