

УДК 629.7.05

Оценка влияния точности стабилизации углового положения летательных аппаратов на безопасность полета и эффективность их функционирования

Резяпкин Андрей Владимирович^(*)

rezyapkin.2000@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние параметров точности стабилизации летательных аппаратов (ЛА) на безопасность и эффективность их функционирования. Представлены ключевые режимы, требующие высокой точности стабилизации. Сделан вывод о целесообразности интеграции адаптивных алгоритмов в архитектуру систем управления ЛА для повышения их устойчивости и надежности при выполнении сложных задач.

Ключевые слова: летательный аппарат, высокоточная стабилизация, адаптивное управление, безопасность полета, эффективность

Введение. Точность стабилизации является одним из важнейших факторов надежности и безопасности ЛА. Недостаточная точность может привести к срыву потока, флаттеру, потере курса и разрушению конструкции [1]. По данным Европейского агентства авиационной безопасности (EASA), около 28 % инцидентов с ЛА связано с отказами систем стабилизации и управления [2]. Это означает снижение вероятности успешного выполнения задач и потери техники.

Методы и материалы; результаты. Исследование выполнено на основе анализа научно-технической литературы, отраслевых отчетов и результатов современных исследований в области систем управления летательных аппаратов. Показано, что повышение точности стабилизации обеспечивается не только совершенствованием сенсорной базы, но и алгоритмическими методами — внедрением адаптивных регуляторов, наблюдателей состояния и предсказательных моделей [1, 3].

Особое внимание уделено режимам, где высока чувствительность траектории к погрешностям стабилизации: посадка при боковом ветре и полет на малых высотах. При скорости ЛА 200–250 км/ч ошибка стабилизации 1° по курсу может вызывать линейное смещение ЛА в плоскости горизонта до 5 м, что критично при взлете и посадке. Применение адаптивных регуляторов, как показано в работе [3], позволяет сохранять устойчивость в этих режимах за счет компенсации возмущений в реальном времени. Дополнительные исследования [4] подтверждают, что применение адаптивного динамического программирования повышает точность стабилизации до 40 % и уменьшает время переходных процессов до 30 %.

Заключение. Точность стабилизации является важным фактором для безопасного и эффективного функционирования ЛА. Введение адаптивных си-

стем управления в контуры стабилизации обеспечивает повышение устойчивости, надежности и точности в условиях внешних возмущений и неопределенностей параметров. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании перспективных систем управления ЛА и при сертификации их эксплуатационной надежности.

Список источников

- [1] mran I.H., Wood K., Montazeri A. Adaptive Control of Unmanned Aerial Vehicles with Varying Payload and Full Parametric Uncertainties. *Electronics (MDPI)*, 2024, vol. 13, no. 2, art. no. 347. <https://doi.org/10.3390/electronics13020347>
- [2] *European Union Aviation Safety Agency (EASA). Annual Safety Review*. Cologne: European Union Aviation Safety Agency, 2023. 98 p. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/annual-safety-review-2023> (accessed 10.11.2025).
- [3] Gao X., Jia Y. Adaptive Internal Model Control Research in Autonomous Landing Phase for a Fixed-Wing UAV. *CEAS Aeronautical Journal*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 703–714. <https://doi.org/10.1007/s13272-016-0216-1>
- [4] Liu H., Yi X., Liu D. et al. A Review of Unmanned Vehicle Control with Adaptive Dynamic Programming Implementations. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 2025, vol. 111. <https://doi.org/10.1007/s10846-024-02085-9>

