

**Исследование статистической динамики системы управления
беспилотного летательного аппарата**

Бенкафо А.С.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники

Проведено исследование динамики полёта беспилотного летательного аппарата (БЛА) в различных условиях применения при воздействии случайных ошибок и возмущений на основе использования математической модели процесса наведения. Рассмотрено влияние различных факторов на точность наведения БЛА. Установлено, что начальные ошибки пуска, включающие ошибки условий старта, полностью компенсируются системой управления после вывода БЛА в зону устойчивой связи с пунктом управления. Флуктуации вектора тяги двигателя БЛА, приводящие к возникновению случайных сил и моментов, действующих на БЛА, компенсируются системой управления в процессе полёта.

Случайные возмущения со стороны атмосферы включают в себя случайный ветер и турбулентность. Турбулентность приводит к незначительным колебаниям БЛА относительно центра масс, что снижает точность мониторинга земной поверхности аппаратурой, установленной на борту БЛА. Действие случайного ветра может привести к отклонению реальной траектории полёта от программной до нескольких сотен метров при полёте на большую дальность. Это возможно при автономном полете БЛА и отсутствии коррекции траектории БЛА с помощью спутниковых систем навигации или по земным ориентирам.

Основное влияние на точность наведения БЛА могут оказать ошибки, связанные с передачей информации с пункта управления на борт БЛА и обусловленные человеческим фактором. Причинами этих ошибок могут являться недостаточная квалификация операторов, управляющих БЛА в режиме ручного телеуправления, запаздывание оператора при принятии решений в условиях быстро изменяющейся обстановки наведения, отказы аппаратуры управления при небрежной эксплуатации. Ошибки современных навигационных датчиков и бортовых вычислительных систем, как показывают расчёты, незначительны и не оказывают существенного влияния на динамику наведения БЛА.

Результаты исследования устойчивости наведения показали, что для существующих и перспективных аэродинамических схем и систем управления данная задача может быть успешно решена на этапе проектирования БЛА учётом всех возможных диапазонов его применения.