

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

совета по защите диссертаций Д 02.15.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по диссертации Шумского Андрея Николаевича «Управление ориентацией беспилотного летательного аппарата на основе применения нечетких регуляторов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

**Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым присуждается ученая степень.** Диссертация Шумского Андрея Николаевича является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой и соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

**Научный вклад соискателя в решение научной задачи** состоит в разработке методики синтеза законов управления беспилотного летательного аппарата (БЛА) при отсутствии математических моделей элементов БЛА, на основе применения нечетких регуляторов для фильтрации случайных составляющих в выходном сигнале гироскопа автопилота БЛА и управления углами ориентации БЛА.

**Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень.** Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности за новые научно обоснованные экспериментальные и теоретические результаты, включающие:

- методику синтеза законов управления БЛА при отсутствии полной математической модели БЛА на основе методов идентификации математических моделей элементов БЛА, с учетом изменения случайных факторов, влияющих на управление системой, позволяющую обеспечить устойчивость управления летательным аппаратом и снизить количество испытательных полетов БЛА, необходимых для уточнения коэффициентов регулятора автопилота, с 20 до 3;

- методику применения нечеткого регулятора для компенсации случайных воздействий на гироскоп автопилота БЛА путём идентификации математической модели выходного сигнала гироскопа на основе использования вариации Аллана с последующим использованием её для фильтрации сигнала гироскопа автопилота, что позволяет в условиях наличия случайных составляющих сигнала уменьшить ошибку гироскопа, повысить устойчивость угловой ориентации БЛА и снизить величину случайных ошибок углов ориентации БЛА с  $\pm 0,008$  рад/с до  $\pm 0,0007$  рад/с;

- способ управления углами ориентации БЛА на основе применения нечеткого регулятора, позволяющий синтезировать законы управления ориентацией на различных этапах полета БЛА с обеспечением требуемой устойчивости летательного аппарата в условиях наличия информационных неопределенностей, что даёт возможность уменьшить время переходных процессов при управлении ориентацией БЛА с 5 секунд до 0,46 секунд и снизить величину перерегулирования с 8,8% до 0,65%,

что в совокупности вносит вклад в развитие теории и практики разработки систем управления БЛА при наличии информационных неопределенностей, обусловленных использованием отдельных элементов БЛА, для которых отсутствуют адекватные математические модели.

**Рекомендации по использованию результатов исследования.** Полученная в диссертационной работе совокупность научных результатов была применена при выполнении технического проекта ОКР «Разработка программного обеспечения системы управления полетом, устанавливаемого в автопилот беспилотного летательного аппарата» на предприятии ОАО «АГАТ – системы управления» и внедрена в учебный процесс учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет». Результаты рекомендуются также к использованию в организациях, занимающихся вопросами анализа и синтеза систем управления беспилотных летательных аппаратов и других робототехнических систем и их элементов.

Председатель совета по защите диссертаций

М.П.Батура

Ученый секретарь совета по защите диссертаций

В.А. Рыбак

