

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Муслимова Тагира Забировича

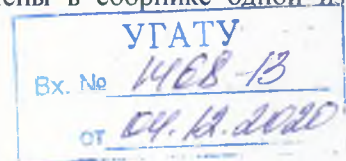
«Методы и алгоритмы группового управления беспилотными летательными аппаратами самолетного типа»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 –
Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы)

В диссертационной работе Муслимова Тагира Забировича рассматривается актуальная задача децентрализованного группового управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) самолетного типа. Целесообразность такого подхода обусловлена как широким классом возможных практических применений, так и сложностью управления реальными системами в виде больших групп БПЛА.

Первая глава диссертации посвящена анализу существующих подходов к управлению формациями БПЛА, а также рассмотрению сложных задач, выполнение которых возможно при управлении строем автономных БПЛА самолетного типа. Приведена постановка задач диссертационного исследования, заключающаяся в согласованном следовании пути (coordinated path following) для группы БПЛА в различных сценариях. Во второй главе, которой посвящен наибольший объем автореферата, предложен метод децентрализованного управления для согласованного следования прямолинейному пути, основанный на модификации известного для одиночных летательных аппаратов методе векторных полей Ляпунова. Посредством методов нелинейного управления автор учитывает ограничения на входные сигналы управления, присутствующие в реальных автопилотах, и доказывает асимптотическую устойчивость в целом системы строя БПЛА. Переход от кинематических моделей к динамическим осуществляется известным методом «бэкстеппинга» (backstepping). При этом неизбежные в реальном полете параметрические неопределенности предлагается компенсировать с помощью алгоритма интегральной самонастройки. Третья глава полностью посвящена круговым формациям БПЛА. Применяя подходы, сходные проанализированным во второй главе, автор предлагает асимптотически устойчивые в целом законы управления для кругового децентрализованного строя БПЛА. Как и для случая параллельных формаций, показано применение адаптивной самонастройки для системы строя БПЛА. Также предложен алгоритм адаптивной настройки по эталонной модели с использованием нечетких функций Ляпунова. В четвертой главе автор проводит численную проверку предложенных методов и алгоритмов в среде MATLAB/Simulink на полных нелинейных моделях БПЛА. Реализовано также сравнение с известными подходами, показавшее ряд качественных и количественных преимуществ разработанных алгоритмов.

Научная новизна данной работы заключается в разработанном оригинальном методе векторных полей Ляпунова, неоднородных как по направлению, так и по величине. За счет этого автору удалось устранить некоторые допущения известных в литературе методов и, таким образом, получить более широкие возможности для возможного практического применения децентрализованных формаций БПЛА самолетного типа в случае использования разработанных алгоритмов в реальных системах «автопилот–БПЛА».

Основные результаты диссертационной работы изложены в 16 публикациях, в том числе 4 в журналах из списка ВАК и 1 в журнале из базы Science Citation Index Expanded (квартиль Q1). Необходимо также подчеркнуть, что результаты научной работы Муслимова Т.З. были представлены в сборнике одной из



ведущих конференций по коллаборативной робототехнике - International Conference on Interactive Collaborative Robotics, сборники которой публикуются в издании квартала Q2.

По содержанию автореферата возникли следующие замечания:

- 1) В описании актуальности работы указана децентрализованная структура (рой) в качестве целевой структура группы БПЛА. В описании третьей главы также имеется упоминание использования агентами группы информации только от соседних БПЛА, что является одним из признаков децентрализации. Однако, в последующих рассуждениях не отмечается то, как разные модели соседства влияют на движение группы БПЛА. Например, не отмечено влияние уменьшения/увеличения расстояния, на котором БПЛА считаются «соседями» и могут определять взаимные позиции друг друга.
- 2) Приведены результаты компьютерных симуляций только для очень ограниченного количества БПЛА (4 единицы) в составе группы, что не соответствует определению полноценного роя.
- 3) Из автореферата сложно понять, какими возможностями обладают моделируемые БПЛА: имеют ли они глобальные системы позиционирования, имеют ли представление о целевых координатах траектории, какие ограничения наложены на определение позиций соседних БПЛА и т.п.

Вышеперечисленные замечания не снижают общее положительное впечатление от данной работы. Диссертация Муслимова Т. З. соответствует требованиям ВАК РФ согласно п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы).

PhD, профессор кафедры
«Интеллектуальная робототехника»,
руководитель Лаборатории интеллектуальных
робототехнических систем (ЛИРС),
Высшая школа информационных технологий
и интеллектуальных систем,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,

Рабочий адрес: Республика Татарстан, г. Казань, 420008, ул. Кремлевская, д. 35, к.1410

Рабочий телефон: (843) 221-34-33

Адрес электронной почты: magid@it.kfu.ru

Магид Евгений Аркадьевич

30.11.2020

