

## **Безопасное распределенное управление мультиагентной системой с динамическим назначением целей**

**Соловьев М. Р.<sup>1</sup>, Вахрушев Б. С.<sup>1</sup>, Молчанов А. О.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ведяков А. А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

onisoris@niuitmo.ru

### **Введение**

Безопасное управление роем квадрокоптеров с динамическим назначением целей является актуальной задачей для систем мониторинга, инспекции и поисково-спасательных операций. Для квадрокоптеров уже показана эффективность робастных и наблюдательных подходов при неопределенностях и неполных измерениях [1], [2]. При переходе к распределенным мультиагентным сетям требуется одновременно решать задачу назначения целей и гарантировать безопасность взаимного движения [3], [4]. Базовая теория безопасной QR-коррекции опирается на CBF-QR-подход, где управление изменяется минимально относительно номинального [5], а для ограничений высокой относительной степени используется формализм ESBF [6].

### **Основная часть**

В работе выполняется адаптация существующего двухслойного подхода к задаче управления роем квадрокоптеров. На номинальном уровне каждый агент формирует движение относительно виртуального лидера и своей целевой позиции в формации. Целевые позиции переназначаются в реальном времени при изменении задачи, отказах и перестроениях группы [3], [4]. Для внешнего контура используется модель поступательного движения квадрокоптера в инерциальной системе координат с учетом ориентационных каналов. Практическая применимость такого переноса на группы беспилотных воздушных судов подтверждается работой по безопасным маневрам команд квадрокоптеров [7].

Для обеспечения безопасности добавляется корректирующий слой на основе CBF/ESBF-ограничений и квадратичной оптимизации. Слой минимально изменяет номинальные команды [5] и обеспечивает корректную работу с ограничениями высокой относительной степени [6]. Для предотвращения столкновений и масштабирования на многороботные системы используются барьерные сертификаты безопасности [8]. Таким образом, одновременно учитываются ограничения по межагентным расстояниям, рабочей области и допустимым управляющим воздействиям.

### **Выводы**

Показано, что адаптированный подход обеспечивает точность формационного управления, динамическое назначение целей и выполнение требований безопасности в распределенной схеме. Практическое применение возможно в задачах группового автономного полета, где требуется онлайн-переназначение ролей и целей без нарушения ограничений по столкновениям, рабочей области и связности [4], [8]. Дальнейшая апробация целесо-

