

В СПб ФИЦ РАН разработали программу расчета безопасных маршрутов полетов группы дронов в условиях плотной городской застройки

10.03.2026



Специалисты Санкт-Петербургского федерального исследовательского центра РАН (СПб ФИЦ РАН) создали программный комплекс для группового применения дронов в ограниченных условиях горной местности и плотной городской застройки. Разработка открывает возможности для ввода новых беспилотников в план полетов в режиме реального времени, а также позволяет автоматически координировать их безопасную работу даже в условиях проблем со связью. Результаты исследования опубликованы в научном журнале [Robotics and Autonomous Systems \(Q1\)](#), в будущем они найдут применение в сфере доставки грузов, разведке местности и проведении спасательных операций.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для решения проблем массовых перевозок в сложных условиях, таких как плотная городская многоэтажная застройка или горный ландшафт, требует тщательного анализа геометрии местности и плотности воздушного движения. В таких местах особый интерес представляет использование мультироторных (полет которых обеспечивают более двух винтов) беспилотников благодаря способности к вертикальному взлёту и посадке в сочетании с точным позиционированием и маневренностью в ограниченном пространстве. Сегодня такие БПЛА всё чаще используются для доставки

грузов, мониторинга инфраструктуры, а также поисково-спасательных и геологоразведочных работ, особенно в труднодоступных районах.

Однако расширение применения мультироторных дронов, которое происходит в последние годы, приводит к резкому увеличению интенсивности воздушного движения: десятки летательных аппаратов могут одновременно работать в одном воздушном пространстве. Следовательно, безопасная координация этих разнородных флотов БПЛА становится критически важной задачей. Несмотря на разнообразие существующих подходов к решению этой задачи, сохраняется ряд проблем, включая быструю интеграцию различных беспилотников, устойчивость к ошибкам навигации и внешним помехам, надёжность при сбоях связи, а также точный учёт реальной геометрии препятствий и рельефа местности.

«Для решения этой задачи разработано уникальное математическое и программное обеспечение (ПО), которое обеспечивает координацию автоматизированной работы группы мультироторных БПЛА. В его основе лежит понятие динамических воздушных коридоров, когда каждый дрон резервирует для себя условное пространство вдоль маршрута. Программа сужает воздушный коридор синхронно с движением дрона, освобождая тем самым воздушное пространство для других БПЛА. Разработка позволит повысить безопасность применения группы дронов в условиях сложной местности и минимизации использования воздушного пространства, а также поможет увеличить его пропускную способность», – рассказывает директор СПб ФИЦ РАН Андрей Ронжин.

Координация полётов проводится через единый вычислительный модуль управления. Он позволяет контролировать и планировать маршруты, резервировать пространство для каждого дрона в режиме реального времени. От существующих аналогов разработанную в СПб ФИЦ РАН систему отличает алгоритм для динамического поэтапного ввода в план полётов новых БПЛА и выделение коридоров для них. Перепланирование маршрутов для новособранной группы дронов происходит автоматически. При этом остановка или перезагрузка программного комплекса не требуется.

Эксперименты по применению ПО проводились в виртуальной среде, которая моделировала четыре типа местности с различной сложностью: равнины, холмы, горы, а также смешанный тип местности. На каждом цифровом полигоне действовали десятки беспилотников с различными задачами. Пиковой вычислительной нагрузки система достигла в сценарии работы 50 беспилотников в условиях смешанного типа местности. Несмотря на экстремальную нагрузку и увеличение времени (до нескольких минут) планирования маршрутов, система сохранила работоспособность без критических сбоев. Все механизмы безопасности продолжали работать, обеспечивая поддержание минимального расстояния между беспилотниками.

«Предложенный подход с использованием динамических воздушных коридоров демонстрирует эффективную работу в сценариях со средней плотностью дронов: в условиях параллельной работы 5–10 беспилотников была достигнута стабильная производительность системы. Воздушные коридоры обеспечивали безопасность даже в условиях полного отказа связи. Следующий этап экспериментов будет проведён с настоящими БПЛА на специализированном полигоне», — отмечает руководитель Лаборатории автономных и робототехнических систем СПб ФИЦ РАН Антон Савельев.

Исследование проведено учеными научно-педагогической школы Санкт-Петербурга «Технологии искусственного интеллекта в робототехнике» (руководитель Андрей Ронжин), которая функционирует с 2004 года.

Основным направлением исследований коллектива научной школы является разработка математического и программно-аппаратного обеспечения автономных робототехнических систем, включая методы группового управления БпЛА. Всего в Реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Петербурга [входят](#) три коллектива исследователей СПб ФИЦ РАН.