

# Методология создания системы управления воздушным движением беспилотных транспортных средств "умного" города на основе мониторинга их траекторных параметров многопозиционными локационными комплексами с разнородными элементами

Руководитель: Гришин И.Ю.

В настоящее время идеология использования и развития воздушного пространства современного "умного" города обусловлена тем, что в нем наряду с пилотируемыми летательными аппаратами (самолеты, вертолеты) все более активно начинают использоваться беспилотные летательные аппараты, которые решают или будут решать задачи перемещения грузов, людей, мониторинга территорий, обеспечения связи и т.д. Поэтому необходима надежная и безопасная среда для качества и стабильности работы БПЛА. Целью проекта является разработка основных положений теории управления воздушным движением БПЛА для безопасной интеграции таких летательных аппаратов в воздушное движение "умного" города с существующими в нем пилотируемыми летательными аппаратами на основе мониторинга с применением разнородных средств локации, имеющихся на территории "умного" города и вновь создаваемых, которые объединяются в единую многопозиционную систему, являющуюся источником информации о воздушных объектах для оперативного уровня системы управления воздушным движением "умного" города. Достижение цели проекта и решение поставленных задач соответствует задаче "создание эффективных и устойчивых к внешним воздействиям сенсоров и сенсорных сетей, обеспечивающих распознавание БТС и мониторинг их движения с высокой точностью", сформулированной в аннотации, также частично будут решены проблемы, поставленные в задаче "разработка способов выявления беспилотных транспортных средств, несущих угрозу функционированию систем «умного города», и противодействия им". Для достижения цели исследования в течение трех лет будут решены задачи системного анализа управления воздушным движением, формирования требований к подсистеме мониторинга БПЛА, разработана методология создания такой подсистемы на основе многопозиционного локационного комплекса с разнородными источниками информации.

- **Планируемые результаты:**

Достижение цели проекта и решение поставленных задач соответствует задаче "создание эффективных и устойчивых к внешним воздействиям сенсоров и сенсорных сетей, обеспечивающих распознавание БТС и мониторинг их движения с высокой точностью", сформулированной в аннотации, также частично будут решены проблемы, поставленные в задаче "разработка способов выявления беспилотных транспортных средств, несущих угрозу функционированию систем «умного города», и противодействия им". Научные результаты, которые планируется получить (с учетом гипотез исследования) на первом этапе: 1. Осуществлен системный анализ существующей системы управления воздушным движением, функционирующей в районе крупных городов (в перспективе - "умных" городов - Москвы и Санкт-Петербурга), выявлены её недостатки, состоящие в

низкой эффективности управления потоками летательных аппаратов, наличие в контуре управления человека и невозможности обеспечить более плотный поток с заданной степенью безопасности полетов пилотируемых и беспилотных транспортных средств. Определены направления совершенствования системы управления за счет изменения ее структуры, характеристик контура управления. В качестве главного элемента совершенствования определена система информационного обеспечения. 2. Проведен анализ существующего информационного обеспечения системы управления воздушным движением (радиолокационного, систем с активным ответом), его точностных характеристик, оценка возможности мониторинга параметров движения БПЛА. Показано, что существующие средства не могут обеспечить требуемые точностные характеристики параметров движения БПЛА для обеспечения более плотного потока летательных аппаратов и идентификации "опасных" БПЛА. Обоснованы предварительные требования к качеству информационного обеспечения и возможному составу дополнительных информационных средств. 3. Произведена оценка существующих методов и алгоритмов для обеспечения устойчивого сопровождения БПЛА, функционирующих в воздушном пространстве "умного" города. Показано теоретически и в результате моделирования, что существующие подходы к сопровождению летательных аппаратов не в состоянии обеспечить устойчивое сопровождение БПЛА, обладающих существенно более высокими маневренными способностями по сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами. Сформулированы предварительные требования к качеству, составу и основным характеристикам программно-алгоритмического обеспечения, решающего данную задачу в системе. 4. Разработаны теоретические положения, охватывающие базовые принципы управления воздушным движением "умного" города, обоснованы структуры систем управления воздушным движением, определены уровни системы управления и их взаимодействие и координация, показано, что эффективность управления воздушным движением в наибольшей степени определяется качеством информационного обеспечения. 5. Осуществлена строгая декомпозиция системы управления воздушным движением "умного" города, обоснованы требования к качеству информационного обеспечения системы. 6. Проведен анализ имеющихся возможностей для наращивания информационных средств за счет использования существующих в "умном" городе локационных систем, не входящих в состав существующей системы управления воздушным движением (радиотехнические средства пассивного приема сигналов, оптические и лазерные средства), а также способов получения информации активного ответа с борта БПЛА. Определена структура локационных средств, обеспечивающих управление более плотными потоками летательных аппаратов с заданным уровнем безопасности, а также идентификации "опасных" БПЛА методами искусственного интеллекта. 7. Публикация 1 монографии, 2 статей в изданиях, индексируемых в Scopus (Web of Science), 3 статей в изданиях из перечня ВАК, участие в 2 международных и 2 всероссийских научных конференциях.

Планируемые в рамках проекта исследования базируются на результатах, полученных в кандидатских диссертациях Гришина И.Ю. и Решетова В.Ю., выполненных на специальную тему и посвященных вопросам управления многопозиционными радиолокационными комплексами специального назначения, результатах развития теории обработки информации и управления статистическими измерительными информационными комплексами, изложенных в докторской диссертации Гришина И.Ю., серии монографий, посвященных методологии оптимизации управления сложными техническими и экономическими системами (Гришин И.Ю., Тимиргалеева Р.Р.), результатах работ авторов, посвященных различным аспектам управления воздушным движением, оптимальной фильтрации, нейросетевого управления, мониторинга движения БПЛА (Гришин И.Ю., Тимиргалеева Р.Р.), а также управления летательными аппаратами

(Линник И.И.). Практические навыки получены участниками проекта (Гришин И.Ю., Решетов В.Ю., Тимиргалеева Р.Р.) в ходе выполнения экспериментальных работ по руководством проф. Ширмана Я.Д. на полигоне ВирТА ПВО, направленных на отработку методов многопозиционной радиолокации и управления такими системами, участия в крупномасштабном эксперименте по отработке методов большебазовой многопозиционной радиолокации под руководством проф. Черняка В.С., обработки информации и управления такими системами. Исследование также будет базироваться на результатах, полученных авторами при выполнении грантов РФФИ: 18-410-230024 (руководитель Гришин И.Ю.), 18-410-910011, 16-46-230121, 14-46-01623 (Руководитель Тимиргалеева Р.Р.).