

### **Проблемные вопросы реализации групповых действий БПЛА**

Создание Воздушно-космических сил России позволяет говорить об усилении значимости воздушно-космических средств нападения и защиты, которое должно осуществляться по пути реализации основных направлений развития: расширение боевых возможностей воздушных судов (ВС) различного назначения; усиление роли групповых действий вплоть до проявления эффекта «роя»; повышение информативности и живучести в группе при организации совместной обработки информации; использование оружия на новых физических принципах; расширение пространства информационно-управляющего покрытия; усложнение условий разрешения объектов, оценки их состава; снижение потерь личного состава и экономических затрат на производство и боевое применение ВС. Применение БПЛА в сложных, постоянно изменяющихся условиях требует качественного возрастания их «интеллекта», что и предопределило введение термина «робототехнические комплексы» (РТК) авиационного базирования, которые могут выполнять анализ обстановки, осуществлять ее прогнозирование, принимать решения, а также функционировать в составе групп при решении общей задачи [1].

Для решения задач различной сложности требуется различный уровень интеллекта БПЛА. Стремление повысить его уровень предопределяет необходимость расширения возможностей РТК при ведении автономных и групповых действий. Конечная цель повышения интеллектуального уровня БПЛА – полная замена пилота (оператора) на его виртуальный аналог. Проблемы интеллектуализации автономных действий одиночных БПЛА в той или иной степени решаются, однако интеллектуальное обеспечение групповых действий находится на недостаточном уровне. Для достижения общих целей в группе возможно использование нескольких способов управления: 1) централизованное – формирование команд для каждого БПЛА на наземном или воздушном пункте управления; 2) иерархическое – формирование команд управления отдельными ключевыми объектами на пункте управления, каждый из которых, в свою очередь, управляет несколькими ведомыми БПЛА; 3) децентрализованное – индивидуальные команды каждому БПЛА формируются внутри группы.

Алгоритмы, реализующие различные способы группового управления, должны обеспечивать полет по требуемым траекториям, исключая столкновения БПЛА между собой. РТК с централизованным управлением являются разновидностью систем командного радиоуправления 2-го рода. Они несут основные датчики информации, но управляются оператором, который ввиду ограниченности своих психофизических возможностей не способен одновременно управлять большой группой БПЛА и реализовать их «человекоподобные» действия. Для уменьшения размерности задачи группового управления может быть использован иерархический подход к ее решению (рисунок 1а): БПЛА с бортовыми системами управления (БСУ) разбиваются на подгруппы. В каждой из них выделяется ведущий. Подгруппы могут включать более мелкие подгруппы со «своими» ведущими.

Управление осуществляется по уровням: ведущий элемент верхней подгруппы – ведущим элемент нижней подгруппы. Закон управления полетом по требуемой траектории формируется только для ведущих. Другие участники выдерживают заданные интервалы и дистанции относительно ведущего. К преимуществам такого управления следует отнести высокую живучесть и существенное снижение размерности задачи управления и относительную вычислительную простоту ее решения. Этот подход целесообразен для совместных действий с пилотируемыми ВС – ведущими группы БПЛА. Оператор осуществляет дальнейшее наведение, а они, в свою очередь, управляют каждым участником группы. Оба вида централизованного управления не полностью соответствуют требованиям роботизации БПЛА, так как основные задачи анализа обстановки, принятия решения и управления возложены на оператора.

В децентрализованном управлении выявляют две стратегии: стайную и сетевую. Достоинства стайной стратегии – высокая автономность БПЛА при решении ударных задач и экономия каналов обмена информацией. Недостатки – возможность столкновения участников группы в процессе решения общей задачи и сложности взаимодействий с оператором. При сетевой – сигналы управления формируются на каждом объекте самостоятельно с учетом целевого назначения группы,

## Секция 12. Построение и анализ радиотехнических систем

текущего положения в пространстве своего и других БПЛА. Достоинства сетевой стратегии – обширная область применения, более высокие автономность и интеллектуальность, обусловленные возможностями автоматического принятия решений на борту БПЛА. Недостатки – высокие требования к вычислителям и требуемым каналам обмена информацией. Принципы взаимодействия БПЛА и операторов в составе локальной сети иллюстрирует рисунок 1б.

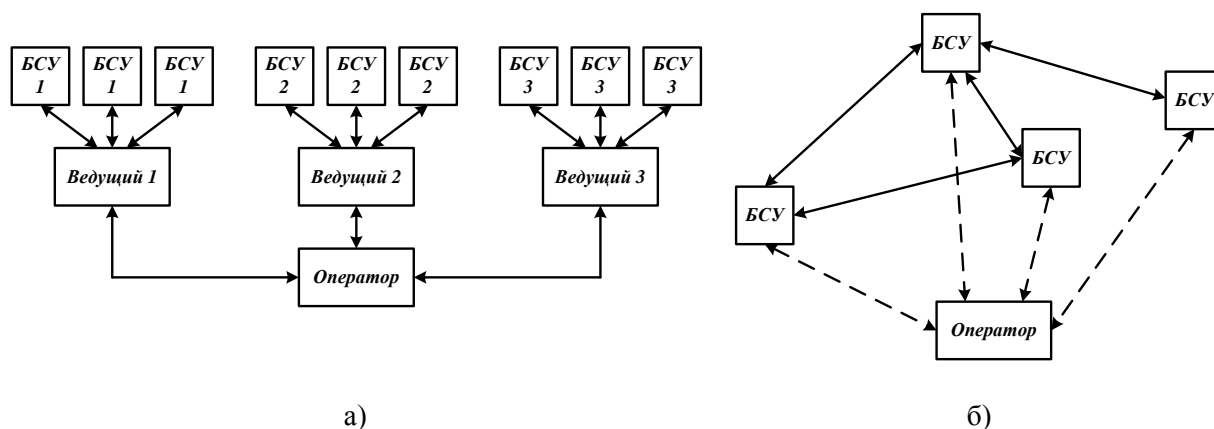


Рис. 1. Взаимодействие БПЛА и операторов в локальной сети: а) иерархический способ управления группой; б) принципы взаимодействия БПЛА и операторов

Управление действиями для достижения общей целевой установки возлагается на БСУ всех БПЛА, объединенных в единую информационно-вычислительную сеть. Специфика групповых действий предопределяет необходимость многоцелевого сопровождения целей с достоверной идентификацией измерений и обменом информацией в группе. Анализ информационных потоков в РТК и взаимосвязанных с ними системах, показывает наиболее рациональное направление обеспечения интеграции комплексов различного вида в единую систему. Это стандартизация информационных интерфейсов обмена данными между наземными станциями управления (НСУ) и БСУ БПЛА, операторов НСУ, информационного обмена НСУ с объектами автоматизированных систем управления (АСУ). Подобная стандартизация достигла высокого уровня в странах НАТО, где широко применяют стандарт STANAG 4586 для организации работы средств дистанционного управления и передачи данных, в том числе интерфейса оператора управления и обмена данными по радиолинии [2].

Для реализации возможности групповых действий высокоэффективных РТК авиационного базирования необходимо решить следующие задачи: создание сценариев группового применения БПЛА, определение критериев их эффективности и показателей качества групповых действий; разработка методов оптимизации групповых действий БПЛА и конкретных алгоритмов оптимального управления, реконфигурации группы при появлении отказов и потерь; рациональное распределение интеллектуальных функций между оператором и БПЛА в различных вариантах управления и решения боевых задач, повышение уровня интеллектуальности РТК; создание высокоскоростных радиосетей обмена информацией оператора с БПЛА и беспилотных аппаратов между собой, а также способов сжатия и защиты информации, повышение их скрытности и помехоустойчивости радиообмена, унификация протоколов обмена информацией; повышение быстродействия используемых процессоров.

### Литература

1. Верба В. Робототехнические комплексы авиационного базирования // Радиоэлектронные технологии. – 2016. – № 1. – С. 68-72.
2. Слюсарь В. Передача данных с борта БПЛА: стандарты НАТО // Электроника: НТБ. – 2010. – № 3. – С. 80-86.