

УДК 004.056.53

**РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОЕ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Алюков Д.Ю. (Университет ИТМО), **Михайлов В.В.** (Университет ИТМО),
Золоедов Е.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Виксин И.И.
(Университет ИТМО)

В работе рассмотрен рой беспилотных летательных аппаратов, взаимодействие агентов которого осуществлено в децентрализованной системе. Цель роя – выполнить все задачи. Разработаны алгоритмы для обеспечения функциональной безопасности роя БПЛА такие как: внешний и внутренний аудит, аукцион задач и протокол для создания закрытого канала связи.

Введение. Агенты имеют бортовое оборудование: лидар с установленной зоной видимости, слепой зоной, вертикальным радиусом обзора, работающий в заданной рабочей области; позиционирующая система; система беспроводной связи с определённым радиусом действия; источник энергии. В группе БПЛА может присутствовать вредоносный агент, осуществляющий деструктивное воздействие, ведущее к невыполнению или снижению скорости выполнения цели роя.

Основная часть. В рассматриваемой системе в качестве задачи рассматривается перенос объекта с заранее известной координаты до базы, определить выполнение задания можно только исходя из сообщений от агентов, выполнивших задание, т. е. по исполнению задания, агент роя должен уведомить об этом остальных участников. Для взаимодействия между агентами роя рассматривается децентрализованная система, т. к. в такой системе не существует «базы», нарушение функционирования которой привело бы к нарушению работы роя, а также нарушение функционирования одного агента никак не сказывается на взаимодействии между другими агентами.

С целью обеспечения информационной безопасности необходимо осуществлять обмен информацией по закрытому каналу с использованием шифрования. Однако в данном эксперименте в группе БПЛА может присутствовать вредоносный дрон, который надо исключить из канала связи в случае его обнаружения.

Для решение поставленной задачи необходимо использовать алгоритм обмена ключами, который позволит за короткое время генерировать пары ключей. Которые можно использовать для передачи между дронами общего ключа сети и тем самым объединения их в одну сеть.

Для внутреннего и внешнего аудита собирается следующая информация: данные об окружении с лидара, данные о местоположении дрона в виде координат в существующей рабочей области, уровень заряда источника энергии. Для внешнего аудита также используется определённая агентом при внутреннем аудите информация о его техническом состоянии и состоянии выполняемого им задания.

Для реализации такого роя необходимо обеспечить должную защиту от скрытого деструктивного информационного воздействия других участников роя. Для этого участники роя пересылают пакеты с данными, полученными с их бортового оборудования: батареи, лидара, системы определения местоположения и бортового компьютера. Для проверки достоверности данных, передаваемых агентами, разработаны и представлены методы для обнаружения недостоверности показателей, основанный на своих данных и проверке

соответствия показателей друг другу. Для объединения результатов отдельных методов в единый результат проверки, была разработана модель общей формулы, результат которой – решение, продолжать ли дальше информационное взаимодействие.

Алгоритм аукциона распределения задач занимает одно из ключевых мест в процессе функционирования роя БПЛА. Существуют различные алгоритмы распределения задач. В поисках оптимального решения поставленной задачи, нами был разработан, протестирован и проанализирован собственно разработанный алгоритм аукциона распределения задач в рое БПЛА. Исследуемый метод показал свою эффективность при различных входных данных.

Алюков Д.Ю. (автор)

Михайлов В.В. (автор)

Золоедов Е.В. (автор)