

# РЕАЛИЗАЦИЯ ГРУППОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Д. А. Лисовский*

АО «ЭЙРБУРГ», Екатеринбург, Россия

В современных условиях возрастает значимость применения групп беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для выполнения боевых операций. Ключевыми задачами в данной области являются повышение автономности, боевой эффективности, надежности и безопасности систем. Решение этих задач требует внедрения современных методов оптимального управления, основанных на технологиях искусственного интеллекта (ИИ) [1].

Искусственный интеллект представляет собой комплекс технологических решений, способных имитировать когнитивные функции человека, включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма. Это позволяет достигать результатов, сопоставимых с результатами интеллектуальной деятельности человека, что особенно важно при решении сложных задач управления группами БЛА [2].

Для эффективного решения столь масштабной задачи необходимо провести ее декомпозицию и выделить более конкретные подзадачи. Одним из первых шагов является определение сценариев применения групп БЛА, так как на от сценария зависит распределение задач между бортовыми системами БЛА, пилотируемыми летательными аппаратами и наземными станциями управления. В работе выделяются следующие сценарии:

1. **Разведка и целеуказание.** В данном сценарии БЛА выполняют задачи обнаружения, распознавания, целеуказания и контроля результатов нанесения ударов. Управляемое оружие при этом применяется с пилотируемых летательных аппаратов. Для координации действий БЛА используются роевые алгоритмы, которые рассматривают пространство как решетку. Каждый робот анализирует свое

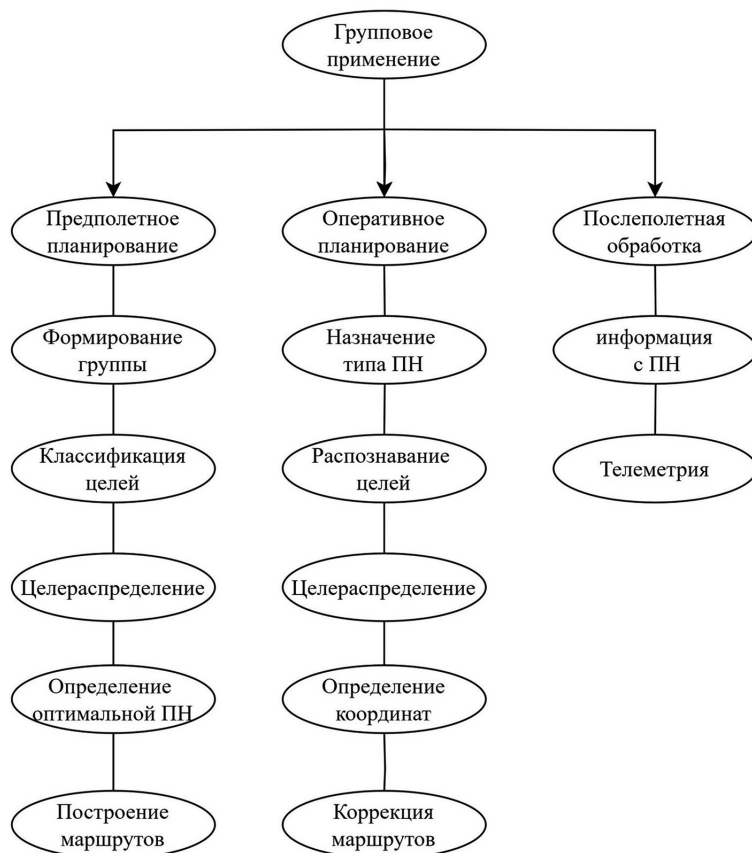


Рис. 1. Задачи, решаемые при реализации группового применения БЛА

локальное окружение и принимает решения на основе информации о занятости соседних «ячеек». Такой подход упрощает масштабирование системы и повышает ее устойчивость.

**2. Противодействие и поражение.** В этом сценарии применяются ударные БЛА, оснащенные высокоточными авиационными средствами поражения. Наведение осуществляется оператором с пилотируемого летательного аппарата. Основные задачи БЛА включают подавление систем ПВО и выборочное поражение ключевых военно-экономических объектов в зависимости от их приоритета.

**3. Разведывательно-ударные операции.** В данном случае БЛА способны автономно выполнять полный цикл задач: обнаружение, распознавание, целеуказание, пуск средств поражения и контроль результатов нанесения ударов. Это возможно как в заранее заданных областях наземных объектов, так и в воздушном пространстве.

Задачи можно структурировать в соответствии с этапами, на которых они решаются (рис. 1).

Этапы предполетного планирования и послеполетной обработки предполагают наличие определенного запаса времени на подготовку и вычисление, возможность использования мощных вычислителей, габариты и вес которых не являются критичными параметрами, как если бы их было необходимо было встраивать в бортовое оборудование. Этап оперативного планирования – напротив, предполагает решения задач при ограниченных временных и вычислительных ресурсах.

В ходе работы были проанализированы сценарии группового применения БЛА и задачи, которые необходимо решить при реализации группового применения. Предложен метод классификации задач по этапам, в которых они решаются. Для каждой задачи предложены методы решения, основанные на алгоритмах искусственного интеллекта – рекуррентных [3] и сверточных нейронных сетях, алгоритмах нечеткой логики [4], роевых алгоритмах.

### Литература

1. **Иванов, Д. Я.** Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов [Текст] // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – Т. 116, №. 3. – С. 221–229.
  2. **Пройдаков, Э. М.** Современное состояние искусственного интеллекта [Текст] // Научно-технические исследования. – 2018. – №. 2018. – С. 129–153.
  3. **Бендерская, Е. Н.** Рекуррентная нейронная сеть как динамическая система и подходы к ее обучению [Текст] / Е. Н. Бендерская, К. В. Никитин // Информатика, телекоммуникации и управление. – 2013. – №. 4 (176). – С. 29–40.
  4. **Журавский, К. А.** Применение нечеткой логики при оценке эффективности современных самолетов [Текст] / К. А. Журавский, С. С. Ивашков, Д. В. Васильев // Авиакосмические технологии (АКТ-2022). – 2022. – С. 224–230.
-