

УДК 004.8:623.746.4-519

СИСТЕМА РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ НАЛЁТА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ FALCON EYE

В.А. ТИМОЩЕНКО, И.А. ДУБОВИК

*Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»
(г. Минск, Республика Беларусь)*

E-mail: valeriyatsimoshchanka@gmail.com

В ходе современных военных конфликтов беспилотные летательные аппараты (БЛА) решают значительный круг задач, значительно повышая общую эффективность действий группировок войск. БЛА могут решать разный уровень задач, связанных с их основными особенностями: автономностью управления и относительно низкой стоимостью производства. Они применяются для ведения разведки, обнаружения и распознавания объектов (например, командных пунктов, складов, узлов связи), выдачи в режиме реального времени информации о них на свои командные пункты для организации поражения и обеспечения наведения средств поражения, таких как лазерная подсветка целей. Разведывательно-ударные и ударные БЛА способны поразить военные объекты и военную технику имеющимися средствами: минами, бомбами, гранатами, управляемыми ракетами. В связи с этим проблема борьбы с беспилотными летательными аппаратами стала особенно актуальной в РЭБ и войсках ПВО Республики Беларусь [1].

Основные сложности при борьбе с беспилотниками являются их малый размер, многозадачность, ограниченная эффективная площадь рассеивания и низкий уровень акустического шума. Из опыта локальных военных конфликтов можно отметить, что БЛА обнаруживаются либо визуальным способом наблюдения, либо на дальних подступах, однако уничтожение дрона экономически невыгодно из-за отношения стоимостей ракеты и беспилотника [2]. Еще одна сложность – высокая маневренность БЛА на низких высотах, что затрудняет их обнаружение. Как итог, важнейшей задачей для радиотехнических войск является разработка успешных систем обнаружения беспилотных летательных аппаратов на предельно малых высотах.

Важнейшее значение в задачах обнаружения БЛА имеют современные технологии, в частности, использование искусственного интеллекта (ИИ). ИИ представляет собой одну из наиболее современных и передовых технологий, обеспечивая уникальные возможности для анализа и обработки данных. Основой этих технологий являются нейросети, имитирующие работу человеческого мозга. Нейронные сети представляют собой вычислительные модели, вдохновленные биологическими нейронными сетями. Они состоят из слоев искусственных нейронов, каждый из которых выполняет нелинейное преобразование входных данных. Современные сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks CNN) особенно эффективны для обработки изображений благодаря использованию сверток — операций, позволяющих извлекать пространственные признаки из изображений. Глубокие нейронные сети, такие как архитектуры YOLO (You Only Look Once), предлагают решение этой проблемы за счёт комбинации скорости и точности. Однако даже современные версии YOLO (v5, v8) недостаточно адаптированы для специфических задач, например, учёта угла расположения дрона относительно камеры, что критично для определения расположения объекта.

Оптимальным направлением решения существующей проблемы своевременного обнаружения и оповещения о применении БЛА является расширение возможностей визуальной разведки путем включения в информационную систему оповещения ПВО дополнительной системы оптического обнаружения БЛА по видеопотоку в режиме реального времени – Falcon Eye [3]. Но и здесь необходимо привлечь значительный ресурс для обобщения и анализа поступающей информации, и решить ряд задач: проверка достоверности информации (риск ложного срабатывания), опознавание и распознавание БЛА, прогнозирование маршрута полета и определение возможных объектов воздействия, подготовка информации для принятия решения на противодействие БЛА, определения угловых координат БЛА.

Практическая ценность заключается в создании готового решения для интеграции в системы охраны: разработанное приложение на базе PyQt5 и OpenCV обеспечивает не только детекцию дронов, но и визуализацию их положения, аудиооповещение и расчёт угла обзора. Процесс создания системы Falcon Eye включал несколько ключевых этапов, основные из которых проектирование, тестирование и оптимизация. На этапе подготовки и определения требований особое внимание было уделено нескольким ключевым требованиям к программе: подготовка и аугментация датасета с Kaggle, включающего изображения дронов, птиц и фоновых сцен, обучение модели YOLO26m с оптимизацией гиперпараметров для повышения метрик Precision и Recall, разработка GUI-

приложения на PyQt5, интегрирующего модель YOLO26m, обработку видео в реальном времени и расчёт угла обзора, проведение экспериментов по оценке влияния углового анализа на качество детекции (на основе Confusion Matrix и кривых Precision-Recall). Система также должна предусматривать возможность расширения функционала и интеграции с новейшими технологиями.



Рис.1. Результат работы программы

По результатам тестирования проект подтвердил свою жизнеспособность, эффективность и надежность. Система обеспечивает высокую точность распознавания БЛА, удобный и понятный интерфейс, а также безопасность в области обработки и хранения данных. В ходе испытаний система продемонстрировала точность распознавания БЛА на уровне 95% (на основе выборки из 4672 реальных дронов). Ложные срабатывания составили 5%, что соответствует требованиям к системам раннего оповещения.

Реализованный проект представляет собой комплексную систему видеонаблюдения с интеграцией модели YOLO11m для обнаружения дронов и определения их углового положения. Модель YOLO26m продемонстрировала высокую точность обнаружения дронов. Результаты исследования подтверждают успешное достижение поставленной цели — создание системы, способной обнаруживать дроны и вычислять их угловое положение относительно камеры для наведения систем радиоэлектронного подавления (РЭБ). В отличие от существующих решений, которые ограничиваются простой детекцией объектов, разработанная система предоставляет информацию о направлении движения дрона, что повышает эффективность систем РЭБ по сравнению с решениями, использующими только приблизительную локализацию.

Список использованных источников

1. Ерёмин Г. В., Чёрный С. Н. Система борьбы с беспилотными летательными аппаратами — новый технический уровень и комплексный подход // Военная мысль. 2022. №7.
2. Тикшаев В.Н. Проблема борьбы с БПЛА и возможные пути её решения // Военная мысль. 2021. №1
3. Бойкачев П.В. Разработка глобальной системы раннего оповещения налета беспилотных летательных аппаратов на территорию Республики Беларусь.