

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ
АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Сицко Александр Леонидович

к.т.н., доцент

Сицко Владимир Александрович

старший преподаватель

кафедра информационных систем и технологий

Институт информационных технологий,

УО «Белорусский государственный

университет информатики и радиоэлектроники»,

магистр технических наук

Андрейчук Александр Олегович

преподаватель дисциплин специального цикла

цикловой комиссии «Программируемые мобильные системы»

филиал «Минский радиотехнический колледж»,

УО «Белорусский государственный

университет информатики и радиоэлектроники»,

магистр техники и технологии

Тихомиров Павел Романович

Шейбак Кирилл Андреевич

УО «Национальный детский технопарк»

Аннотация: В статье представлена методология учебно-исследовательского проекта по созданию летающей платформы для изучения и апробации алгоритмов автономного управления на основе нейросетевых моделей. Цель работы – разработка доступного лабораторного стенда на базе микроконтроллера ESP32-CAM и микрокомпьютера Raspberry Pi 4 для экспериментов в области компьютерного зрения и машинного обучения.

Ключевые слова: учебно-исследовательский проект, летающая платформа, автономное управление, нейросетевая модель, компьютерное зрение, машинное обучение, ESP32-CAM, Raspberry Pi 4, YOLO, образовательные технологии.

DEVELOPMENT OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE CONTROLLED BY NEURAL NETWORKS

Sitsko Alexander Leonidovich
Sitsko Vladimir Alexandrovich
Andreichuk Alexander Olegovich
Tikhomirov Pavel Romanovich
Sheibak Kirill Andreevich

Abstract: The article presents the methodology of an educational and research project on creating a flying platform for studying and testing autonomous control algorithms based on neural network models. The aim of the work is to develop an affordable laboratory bench based on the ESP32-CAM microcontroller and the Raspberry Pi 4 microcomputer for experiments in the field of computer vision and machine learning.

Key words: educational research project, flying platform, autonomous control, neural network model, computer vision, machine learning, ESP32-CAM, Raspberry Pi 4, YOLO, educational technology.

Введение

Современные тенденции в робототехнике и искусственном интеллекте требуют создания практических образовательных сред, где студенты и молодые исследователи могут изучать принципы автономных систем на реальных примерах [1]. Одним из наиболее наглядных и комплексных объектов для таких исследований являются мультироторные летательные аппараты. Данная работа посвящена описанию междисциплинарного учебно-исследовательского проекта, целью которого является не создание готового продукта для конкретного применения, а разработка открытой лабораторной платформы. Эта платформа предназначена для апробации алгоритмов компьютерного зрения, машинного обучения и автономного управления в условиях, приближенных к реальным. Актуальность проекта заключается в его образовательной ценности и возможности интеграции современных IT-технологий (нейросети, IoT) с основами авиамоделирования и динамики полета.

Основной задачей проекта было создание модульной и доступной платформы, позволяющей поэтапно усложнять решаемые задачи: от базовой стабилизации полета до элементов ситуационной осведомленности. В качестве вычислительного ядра для низкоуровневого управления (двигатели, датчики)

выбран микроконтроллер ESP32-CAM из-за его распространенности, наличия камеры и сетевых интерфейсов. Для выполнения ресурсоемких задач анализа данных использован микрокомпьютер Raspberry Pi 4. Такой двухуровневый подход отражает архитектуру современных роботизированных систем.

Методология проектирования

Для исследований в области компьютерного зрения была интегрирована популярная и хорошо документированная архитектура YOLO (You Only Look Once), что позволило сосредоточиться на методах обучения и адаптации моделей для различных учебных сценариев [2, 3]. Для моделирования простейшей логики принятия решений на основе данных от сенсоров применена локальная языковая модель Ollama, что дало возможность экспериментировать с гибридными системами искусственного интеллекта [4, 5].

Этапы создания модели

Проектирование и сборка аппаратного модуля. На данном этапе участники проекта получили практические навыки в 3D-моделировании (корпус), основах электроники и пайки (сборка силовой части с MOSFET-драйверами), а также в калибровке датчиков (акселерометр/гироскоп GY-61). Схема подключения ключевых компонентов представлена на рисунке 1.

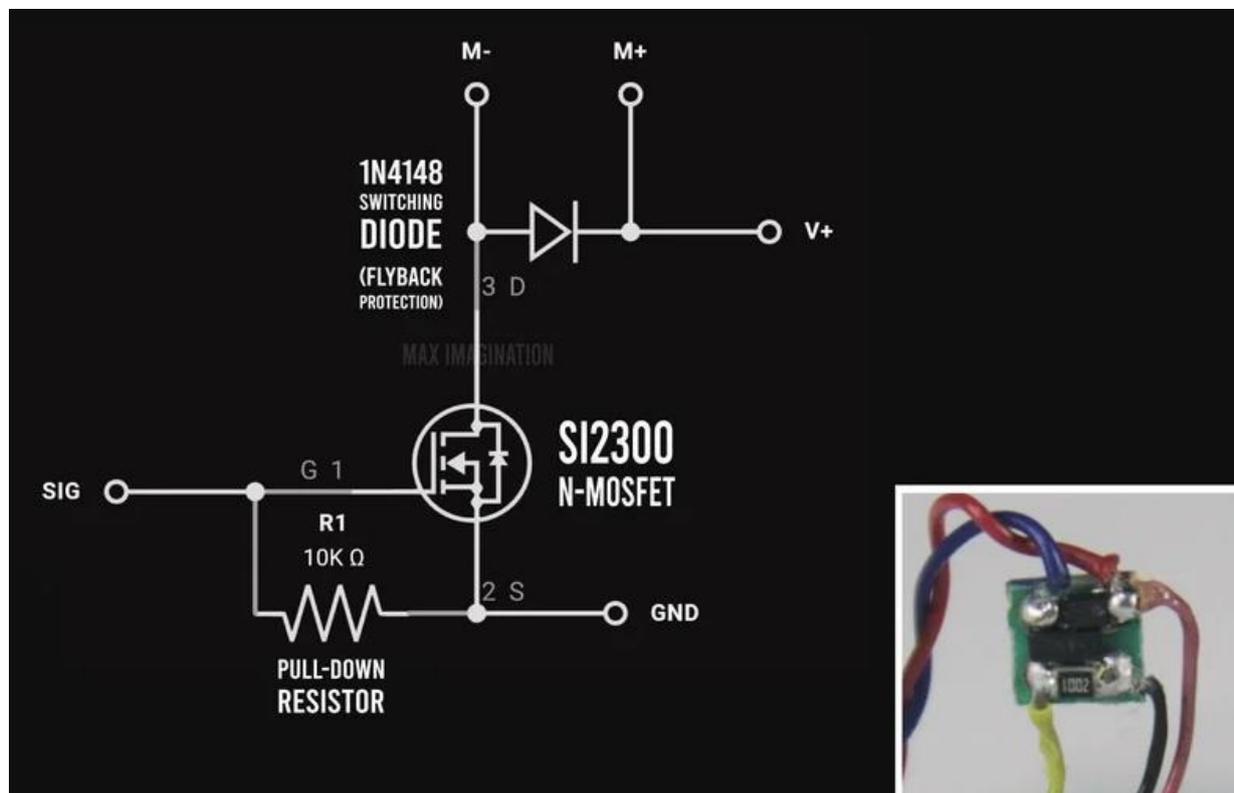


Рис. 1. Схема подключения компонентов драйвера MOSFET

Работа была разделена на два контура. Для ESP32-CAM был написан код, реализующий классические алгоритмы стабилизации (ПИД-регуляторы), что послужило базой для изучения теории автоматического управления. На Raspberry Pi 4 был развернут стек программ для экспериментов с нейросетями: предобученная модель YOLOv11 для детекции стандартных объектов (например, лиц, животных, предметов мебели в учебной аудитории) и модель Ollama, генерирующая текстовые описания сцены или простые командные последовательности. Взаимодействие между модулями организовано через API с использованием платформы n8n, что иллюстрирует принципы построения распределенных IoT-систем.

Практическое применение и тестирование

Разработанная платформа была использована в рамках проектной сессии для демонстрации полного цикла работы автономной системы: от восприятия среды (компьютерное зрение) до формирования реакции (управление движением). Были проведены учебные эксперименты, такие как автономный полет по маршруту с визуальными метками, отслеживание медленно движущегося объекта и классификация предметов в поле зрения камеры с занесением результатов в лог. Эти эксперименты позволили учащимся на практике изучить проблемы, связанные с задержками в системе, освещением и выбором признаков для нейросетей.

Заключение и перспективы

В результате выполненного учебно-исследовательского проекта была создана и апробирована функциональная летающая платформа, служащая эффективным инструментом для изучения технологий автономного управления и искусственного интеллекта. Проект доказал возможность реализации сложных алгоритмов на доступном аппаратном обеспечении.

Перспективы развития связаны в первую очередь с образовательной и исследовательской составляющей:

1. Разработка на базе платформы серии лабораторных практикумов разного уровня сложности.
2. Исследование эффективности различных архитектур нейронных сетей (помимо YOLO) для задач навигации в помещении.
3. Интеграция дополнительных сенсоров (ультразвуковых, лидарных) для изучения.
4. Создание симуляционной модели платформы для отладки алгоритмов перед их загрузкой на реальный аппарат.

Данная работа вносит вклад в развитие практико-ориентированных образовательных методик в области высоких технологий.

Работа выполнена в рамках проектной деятельности учащихся УО «Национальный детский технопарк» и носит исключительно учебно-исследовательский характер.

Список литературы

1. Беспилотные летательные аппараты : справ. пособие. – Воронеж : [б. и.], 2015. – 145 с.
2. Шолле, Ф. Глубокое обучение на Python / Ф. Шолле ; пер. с англ. А. Н. Киселев. – 2-е междунар. изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2023. – 574 с. – ISBN 978-5-4461-2879-2.
3. Халфакри, Г. Искусственный интеллект в креативе. Как нейросети меняют дизайн, рекламу и искусство / Г. Халфакри. – Москва : ДМК Пресс, 2021. – 263 с. – ISBN 978-5-97060-902-6.
4. Ultralytics YOLOv8 Documentation : офиц. сайт. – URL: <https://docs.ultralytics.com/ru/models/yolov8/> (дата обращения: 19.01.2026).
5. Ultralytics YOLOv11 Documentation : офиц. сайт. – URL: <https://docs.ultralytics.com/ru/models/yolo11/> (дата обращения: 19.01.2026).
6. Shanmugamani, R. Deep Learning for Computer Vision : [веб-сайт] / R. Shanmugamani. – URL: <https://www.packtpub.com/product/deep-learning-for-computer-vision/9781788295628> (дата обращения: 19.01.2026).

© Сицко А.Л., Сицко В.А., Андрейчук А.О.,
Тихомиров П.Р., Шейбак К.А.