**Мануал по эксплуатации дрона**

****Беспилотная роботизированная платформа

**Версия 1.0  
Разработчик:** МКБ "Аврора"  
**Дата:** 23 октября 2024 года

**Содержание**

[**1. Введение** 2](#_Toc180180618)

[**2. Технические характеристики** 3](#_Toc180180619)

[**3. Комплектация** 4](#_Toc180180620)

[**4. Сборка и настройка** 5](#_Toc180180621)

[**5. Настройка программного обеспечения** 7](#_Toc180180622)

[**6. Руководство по эксплуатации** 8](#_Toc180180623)

[**7. Устранение неполадок и техническое обслуживание** 9](#_Toc180180624)

[**Приложения:** 14](#_Toc180180625)

# **1. Введение**

**Общее описание**

Беспилотная роботизированная платформа (Далее дрон) предназначен для автоматической посадки в случае потери сигнала оператора. Он использует камеру и обученную нейронную сеть для распознавания типа поверхности, чтобы определить наиболее подходящее место для посадки. На малой высоте задействуются два ультразвуковых датчика для точного определения расстояния до земли. Процесс посадки происходит при выполнении заданных условий, обеспечивая надёжность и безопасность.

**Уникальные особенности**

* **Автоматическая посадка:** Позволяет избежать аварий при потере связи с оператором.
* **Модульная конструкция:** Упрощает обновление и замену компонентов.
* **Ремонтопригодность:** Быстрая замена деталей и модулей.
* **Оптимизированное энергопотребление:** Обеспечивает продолжительное время полёта.
* **Распознавание ландшафта с использованием нейросети:** Повышенная точность в выборе места посадки.
* **Адаптивность:** Возможность использования в различных условиях и для разных задач.

**Применение и цели**

Дрон может применяться в условиях, требующих продолжительных автономных полётов, сложных маршрутов и точной посадки. Он идеально подходит для мониторинга, поиска и различных операций, а также для инспекции труднодоступных мест.

# **2. Технические характеристики**

* **Тип:** Квадрокоптер
* **Вид:** FPV (First-Person View)
* **Количество лопастей:** 4 шт.
* **Камера:** Raspberry Pi Camera Module V2
  + Разрешение: 8 Мп (3280 × 2464)
  + Угол обзора: 62.2° (горизонтально), 48.8° (вертикально)
* **Частота радиоприёмника:** 2,4 ГГц
* **Постоянная память:** 64 ГБ
* **Операционная система:** Ubuntu
* **Вес:** (указать)
* **Габариты:** 12,7 × 20 см
* **Каркас:** Карбон и Алюминий
* **Рабочее напряжение:** 5 В и 3,3 В для ультразвуковых датчиков HC-SR04
* **Скорость:** (указать)
* **Время полёта:** (указать)
* **Время автономной работы:** (указать)
* **Время посадки:** (указать)
* **Дальность полёта:** (указать)
* **Ультразвуковые датчики:** HC-SR04, дальность 2…400 см, угол обзора 15°

# **3. Комплектация**

**Основные компоненты**

* **Jetson Nano:**
  + Архитектура: NVIDIA Maxwell, 128 ядер CUDA
  + Процессор: Четырёхъядерный ARM Cortex-A57
  + Оперативная память: 4 ГБ LPDDR4
  + Интерфейсы: GPIO, I2C, I2S, SPI, UART
* **Камера Raspberry Pi Camera Module V2:** Определяет тип поверхности для выбора места посадки.
  + Разрешение: 8 Мп (3280 × 2464)
  + Угол обзора: 62.2° (горизонтально), 48.8° (вертикально)
* **Пульт управления Radiomaster Pocket ExpressLRS:** Частота 2,4 ГГц, до 16 каналов управления, протокол ELRS.
* **Полётный контроллер Matek F405-STD:**
  + Микроконтроллер: STM32F405RGT6 168MHz
  + Gyro/accelerometer (SPI): 32K ICM20602
  + Барометр: BMP280
  + Рабочее напряжение: 5В, 3.3В
  + 4 ESC сигналов
* **Двигатели Xing Pro 2306 1700KV:** Обеспечивают подъём и маневрирование.
* Оборотов в мин: 1700
* Входное напряжение: 25 В
* Пиковый ток: 36 А
* **Пропеллеры:** 4 шт., шестилопастные.
* **Аккумулятор Li-Po:** Емкость 2200 мА·ч, рабочее напряжение 5 В.
* **Ультразвуковые датчики HC-SR04:** Определяют высоту до земли.

**Дополнительное оборудование**

* Зарядное устройство для аккумулятора.
* Комплект запасных пропеллеров.
* Инструменты для сборки (болты, кабели).

# **4. Сборка и настройка**

**Сборка корпуса и установка компонентов:**

1. **Соединение рам и установка платформы**: Соберите основную конструкцию дрона, закрепив пластиковую нижнюю и верхнюю платформы на каркасе, чтобы обеспечить жесткость конструкции. Убедитесь, что рамы плотно прилегают и не имеют люфта.
2. **Установка полетного контроллера:** Закрепите контроллер на центральной платформе с использованием амортизирующих креплений, чтобы снизить вибрацию, которая может повлиять на сенсоры.
3. **Подключение двигателей и установка лопастей:** Установите моторы на монтажные точки и закрепите их с помощью винтов. Убедитесь, что моторы располагаются в соответствии с нумерацией полетного контроллера (например, мотор 1 в передней левой части). Закрепите лопасти, учитывая направление вращения каждого мотора (часовая/против часовой стрелки).
4. **Закрепление ультразвуковых датчиков:** Установите два ультразвуковых датчика HC-SR04 в диагональные углы нижней части дрона. Подключите их к полетному контроллеру через интерфейс GPIO, в зависимости от конфигурации. Убедитесь, что они направлены строго вниз.
5. **Установка Jetson Nano:** Закрепите Jetson Nano на платформе, используя стандартные крепежные элементы. Подключите питание microUSB и соедините его с камерой и ультразвуковыми датчиками по 3.3В. Подключите Jetson Nano к полетному контроллеру для передачи данных по UART.
6. **Проверка всех соединений:** Убедитесь, что все разъемы надежно закреплены и подключены в соответствии с схемой подключения. Осмотрите провода на предмет возможных повреждений и неправильных соединений.

**Калибровка контроллера ArduPilot**:

1. Подключите контроллер к компьютеру с помощью USB-кабеля и запустите программное обеспечение
2. Следуйте инструкциям для калибровки акселерометра, магнитометра, радиоаппаратуры и других сенсоров.
3. Проверьте работу всех двигателей, выполнив тест вращения.

**Настройка Jetson Nano**:

1. Загрузите модель нейронной сети для распознавания ландшафта на устройство.
2. Установите необходимые библиотеки (Jetson.GPIO и тд) для обработки изображения и работы с датчиками.
3. Проверьте доступность всех подключенных модулей и работу программы.

# **5. Настройка программного обеспечения**

**Настройка Jetson Nano**:

1. Установите операционную систему Ubuntu, совместимую с Jetson Nano, если это не было сделано ранее.
2. Настройте доступ к GPIO-пинам для работы с ультразвуковыми датчиками и камерой.
3. Скачайте алгоритмы обработки данных и программные модули для управления полетом, обработки изображений и принятия решений, наш программный комплекс.
4. Установите Python 2.7, библиотеки Jetson.GPIO
5. Измените параметры высоты и порогов на основе условий в основном скрипте MainPilot.py

**Загрузка модели для распознавания ландшафта**:

1. Подготовьте обученную модель нейронной сети
2. Загрузите нужные библиотеки Сv2, Ultralytics и другие для своих настроек.
3. Загрузите модель на Jetson Nano и подключите её к коду обработки изображений.
4. Тестируйте систему на симуляции перед первым использованием, чтобы убедиться в правильности работы.

# **6. Руководство по эксплуатации**

**Основное руководство по эксплуатации**

**Проверка перед полетом:**

* 1. Убедитесь, что все компоненты закреплены правильно и не имеют видимых повреждений.
  2. Проверьте заряд батареи, используя вольтметр или встроенный индикатор заряда.
  3. Запустите программное обеспечение и убедитесь, что все датчики функционируют корректно (изображение с камеры, данные от ультразвуковых датчиков).

**Запуск и управление дроном:**

* 1. Включите питание, активируйте передатчик и убедитесь в связи с дроном.
  2. Запустите двигатели, используя пульт управления или команду с Jetson Nano.
  3. Для активации автоматического режима посадки установите минимальную высоту (например, H\_MIN = 30 см) и DIF = 10 см.
  4. В случае потери связи дрон автоматически начнет процедуру автономного поиска посадочной зоны, выполняя анализ окружающей поверхности.

**Тестирование полета:**Выполните тестовый запуск на безопасной высоте либо в помещение без пропеллеров.

# **7. Устранение неполадок и техническое обслуживание**

**Устранение неполадок:**

**1) Проблемы с подключением**

**Симптомы:** Дрон не подключается к пульту управления, потеря сигнала, не отображается видео с камеры.

**Решение:**

* 1. Проверьте целостность всех соединительных кабелей, убедитесь, что они надежно подключены.
  2. Убедитесь, что приемник и пульт управления настроены на одну и ту же частоту (2,4 ГГц). Проверьте правильность настроек связки пульта и приемника.
  3. Проверьте питание дрона и пульта. При необходимости, замените аккумуляторы или перезарядите их.
  4. Убедитесь, что все разъемы и кабели подключения камеры и полетного контроллера исправны.

**2) Проблемы с работой датчиков**

**Симптомы:** Некорректное определение высоты, датчики не дают отклик, неправильные показания.

**Решение:**

* 1. Проверьте правильность подключения датчиков к Jetson Nano (проверьте распиновку или укажите свои разьемы GPIO в коде).
  2. Проверьте напряжение питания датчиков (должно быть 5 В).
  3. Выполните калибровку датчиков через программное обеспечение, используя соответствующий скрипт для проверки показаний.
  4. При необходимости замените датчики, если проблема сохраняется.
  5. Проверьте условия эксплуатации – сильный ветер или посторонние объекты могут влиять на корректность измерений ультразвуковых датчиков.

**3) Проблемы с полетным контроллером**

**Симптомы:** Дрон не реагирует на команды, нестабильное поведение в полете, ошибки калибровки.

**Решение:**

* 1. Перезагрузите полетный контроллер и повторно выполните калибровку всех датчиков (акселерометр, гироскоп).
  2. Проверьте, что прошивка полетного контроллера установлена правильно и обновлена до последней версии.
  3. Выполните тестирование гироскопа и акселерометра, чтобы убедиться в корректности их работы.
  4. Проверьте питание полетного контроллера и целостность всех соединений с двигателями и регуляторами скорости (ESC).

**4) Проблемы с двигателями и пропеллерами**

**Симптомы:** Один или несколько двигателей не вращаются, дрон теряет баланс, вибрация или нестабильность в полете.

**Решение:**

* 1. Проверьте надежность крепления двигателей и пропеллеров, убедитесь, что нет люфтов.
  2. Замените поврежденные или погнутые пропеллеры. Используйте только пропеллеры, подходящие для модели дрона.
  3. Проверьте работу регуляторов скорости (ESC). Возможно, потребуется их перепрошивка.
  4. Убедитесь, что двигатели получают правильное напряжение и ток от батареи.
  5. Выполните тест работы двигателей через программное обеспечение для настройки полетного контроллера.

**5) Проблемы с программным обеспечением**

**Симптомы:** Ошибки в работе нейронной сети, неправильное распознавание поверхности, сбои в работе программного кода.

**Решение:**

* 1. Проверьте, что все программные зависимости установлены корректно. Убедитесь, что версии библиотек соответствуют требованиям.
  2. Перезапустите систему, чтобы убедиться, что ошибка не была вызвана временными сбоями.
  3. Проверьте настройки камеры и правильность её подключения к Jetson Nano.
  4. Перезапустите нейронную сеть и проверьте корректность её работы на тестовых изображениях.
  5. При необходимости выполните обновление программного обеспечения или восстановите его до предыдущей версии.

**6) Проблемы с аккумулятором и питанием**

**Симптомы**: Дрон быстро теряет заряд, не включается, отключается во время полета.

**Решение:**

* 1. Проверьте уровень заряда аккумулятора перед каждым запуском, полностью зарядите его при необходимости.
  2. Осмотрите аккумулятор на наличие вздутий, трещин или других повреждений. Замените аккумулятор при первых признаках повреждений.
  3. Убедитесь, что аккумулятор имеет правильное напряжение для компонентов дрона (например, 11,1 В для 3S Li-Po).
  4. Проверьте, что кабели и разъемы питания подключены надежно и не имеют повреждений.

**7) Проблемы с управлением и полетом**

**Симптомы**: Дрон не реагирует на команды пульта, ведет себя нестабильно, отклоняется от заданного маршрута.

**Решение:**

* 1. Проверьте настройки пульта управления и убедитесь, что все каналы настроены правильно.
  2. Выполните повторную калибровку пульта через программное обеспечение полетного контроллера.
  3. Проверьте уровень сигнала и убедитесь, что между пультом и приемником нет помех.
  4. Убедитесь, что дрон находится в зоне действия радиопульта (обычно до 500 м на открытой местности).

**Общие рекомендации по эксплуатации:**

1. **Аккумулятор:** Всегда проверяйте уровень заряда аккумулятора перед полетом. Для длительного хранения рекомендуется держать батарею заряженной на 50-70% и хранить в прохладном месте. Не допускайте полного разряда аккумулятора, чтобы избежать его повреждения.
2. **Лопасти:** Регулярно осматривайте лопасти на наличие трещин, царапин или деформаций. Поврежденные лопасти необходимо заменить, так как они могут повлиять на стабильность полета.
3. **Полетный контроллер и датчики:** Поддерживайте полетный контроллер и ультразвуковые датчики в чистоте. При необходимости аккуратно протирайте их мягкой тканью, чтобы избежать накопления пыли, которое может ухудшить работу датчиков.
4. **Нейронная сеть:** Не рекомендуется переобучать модель нейронной сети без необходимости. При обновлении модели убедитесь, что новая версия корректно протестирована на симуляторе.
5. **Операционная система и программное обеспечение**: Периодически проверяйте наличие обновлений для Ubuntu, используемых библиотек и программного обеспечения управления дроном. Это поможет поддерживать высокий уровень безопасности и функциональности.
6. **Проверка соединений**: Регулярно осматривайте все разъемы и провода на предмет износа или плохих контактов. Убедитесь, что все соединения надежны, особенно после транспортировки дрона.
7. **Память и хранение данных:** Следите за загруженностью памяти, особенно при использовании камеры для записи. Периодически очищайте накопитель, чтобы избежать переполнения.

**Техническое обслуживание**

1. **Ежемесячное техническое обслуживание:**
   * Полная проверка всех компонентов дрона на износ, включая двигатели, лопасти и батарею.
   * Тестирование системы на симуляторе для проверки всех функций перед реальным полетом.
2. **Сезонное обслуживание:**
   * Замена критически изношенных деталей (лопасти, аккумуляторы, кабели).
   * Обновление программного обеспечения при наличии новой версии.
   * Проверка калибровки всех сенсоров и полетного контроллера.
3. **Годовое обслуживание:**
   * Полная разборка дрона для глубокой проверки всех компонентов.
   * Проведение диагностики работы двигателя и полетного контроллера.
   * Заменить все изношенные компоненты и провести повторную калибровку.

**Особенности ухода в различных условиях**

1. **Эксплуатация в запыленных местах:** В таких условиях дрон следует чаще осматривать и чистить. Пыль может забиваться в вентиляционные отверстия, на лопасти и датчики, что приведет к их перегреву или снижению точности.
2. **Работа при низких температурах:** При температуре ниже 0°C батареи быстрее теряют заряд. В таких условиях рекомендуется использовать батареи с повышенной емкостью и чаще проверять их состояние.
3. **Высокая влажность:** Во влажной среде необходимо тщательно сушить дрон после полетов, чтобы избежать коррозии металлических деталей и электроники.

# **Приложения:**

**Схема программного комплекса**  


**Архитектура Дрона**  
  


**Распиновка полетного контролера Matek F405-STD:**  
  
Документация:  
**Nvidia Jetson Nano**: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>

**ArduPilot**: <https://ardupilot.org/>

**Matek F405-STD**: <https://rccopter.ru/product/polyotnyy-kontroller-matek-f405-std/>

**Raspberry Pi Camera Module V2:** [**https://www.raspberrypi.com/**](https://www.raspberrypi.com/)

**Ultrasonic Sensor HC-SR04:** [**https://components101.com/sensors/hc-sr04-ultrasonic-sensor.com/**](https://components101.com/sensors/hc-sr04-ultrasonic-sensor.com/)

**Radiomaster Pocket ExpressLRS:** [**https://www.radiomasterrc.com/**](https://www.radiomasterrc.com/)