

**Ретранслятор для FPV с дистанционным управлением и
поворотным механизмом.**



Основной является блок управления, который использует связку приемопередатчика LoRa E220-900T22S и контроллера ESP8266 Wemos Mini, обеспечивая двустороннюю связь и множество дополнительных функций, таких как управление направлением антенн, мониторинг окружающей обстановки с помощью встроенной в ретранслятор видекамеры с возможностью выбора источника видеосигнала (камера ретранслятора или дрон), контроль температуры.

Блок управления является функционально самостоятельным устройством, которое может быть использовано для дистанционного управления любым исполнительным механизмом.

Технология LoRa

Проект опирается на технологию передачи **LoRa** (от англ. *Long Range*) — это беспроводная технология для передачи данных на большие расстояния при низком энергопотреблении. LoRa-связь применяется в системах, где требуется стабильная связь на значительном удалении, но при этом ограничены возможности по потреблению энергии.

LoRa в отличие от стандартных методов модуляции эффективно использует низкие мощности и широкие частотные диапазоны, обеспечивая отличную устойчивость к помехам и возможностям работы в сложных условиях.

Основные преимущества LoRa:

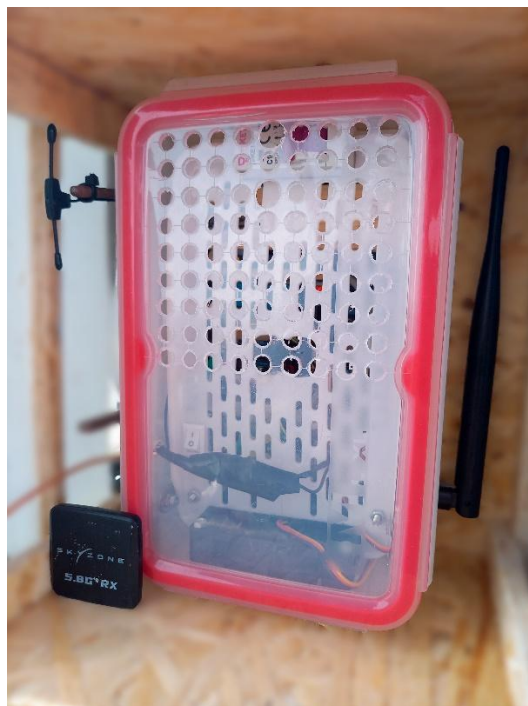
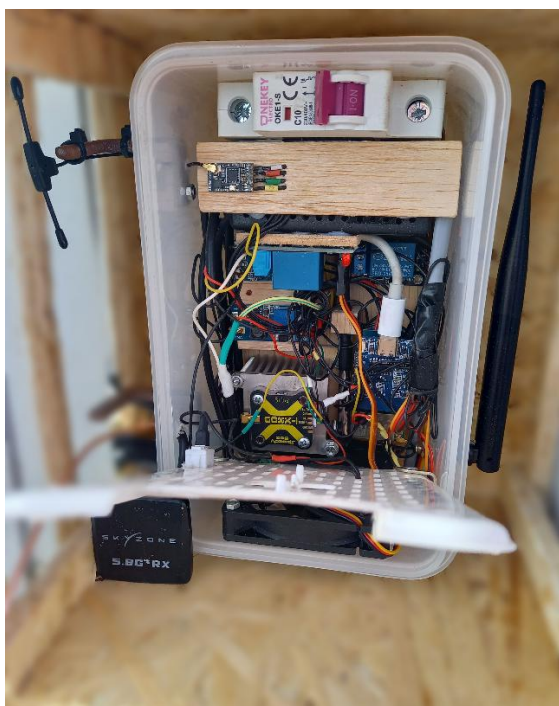
- Высокая дальность связи (до 10 км в идеальных условиях и до 2-5 км в условиях города или густой застройки).
- Низкое энергопотребление, что позволяет устройствам работать от батарей в течение долгого времени (несколько лет).
- Стабильная передача на большие расстояния при плохом сигнале или в условиях шумных радиочастот.
- Высокая проникающая способность, что позволяет сигналу эффективно проходить через преграды, такие как стены, деревья и другие объекты.

Общее описание устройства

Система состоит из четырех основных частей:

Ретранслятор — классическое устройство, которое принимает сигнал от пульта управления и передает его на дрон, а также принимает видеосигнал с дрона и отправляет его оператору. Ретранслятор использует схему, проверенную и широко распространенную среди разработчиков подобных устройств. Устройство осуществляет ретрансляцию как сигналов управления от оператора в сторону дрона, так видеосигнала в сторону оператора.

Блок управления — состоит из модуля приемо-передатчика LoRa E220-900T22S и контроллера ESP8266 Wemos Mini. Этот блок управляет всем функционалом системы, включая контроль положения антенн, переключение видеосигналов и мониторинг состояния ретранслятора

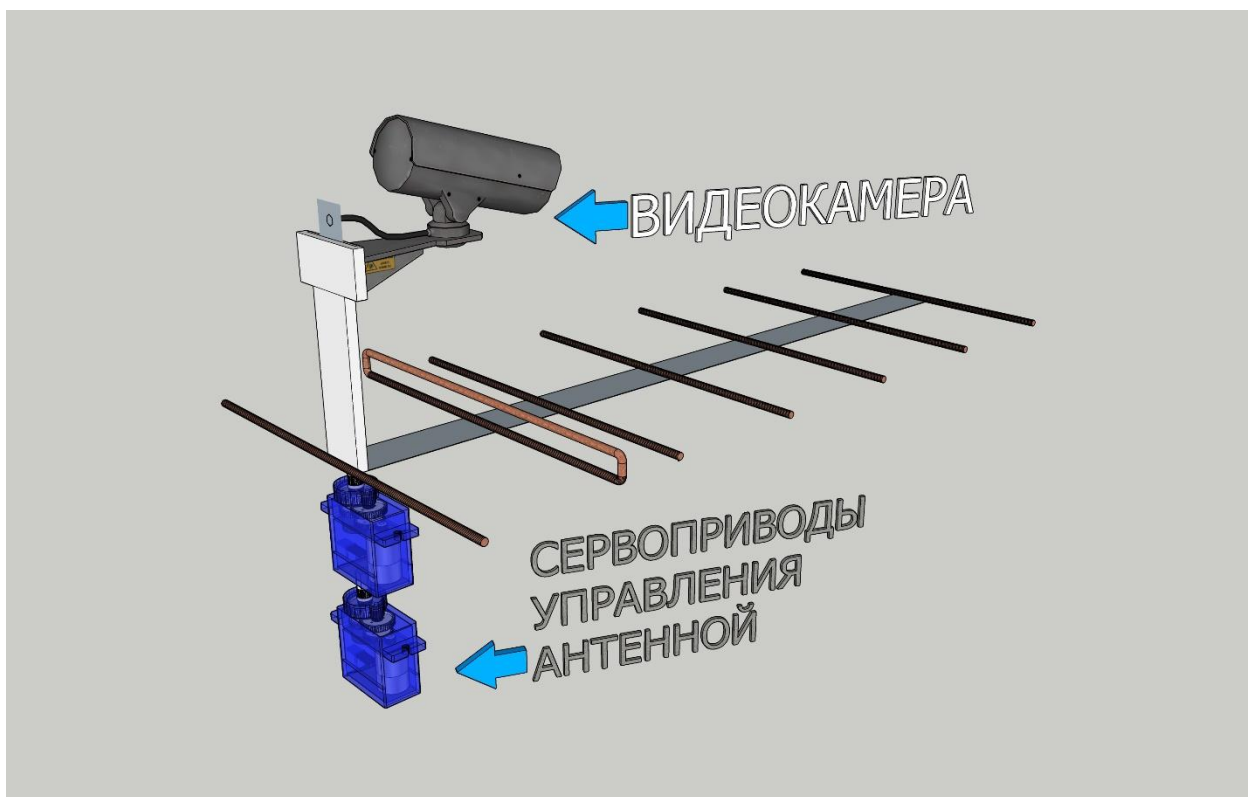


В блоке реализован контроль выполнения некоторых команд:

- при поступлении команды на включение ретранслятора контроллер включает реле, происходит подача питания на ретранслятор и одновременно контроллер на отдельном входе проверяет наличие появившегося напряжения.
- при поступлении команды на поворот антенны контроллер после ее выполнения отправляет обратно на пульт значение угла, в который установилась поворотная платформа.

Результаты контроля выполненных команд отображаются на пульте управления.

Поворотная платформа — механическая часть системы, управляемая сервоприводами и устанавливающая антенны в нужном направлении. На поворотной платформе также установлена видеокамера, позволяющая не только дополнительно контролировать направление, в котором повернулись антенны, но и наблюдать за обстановкой.



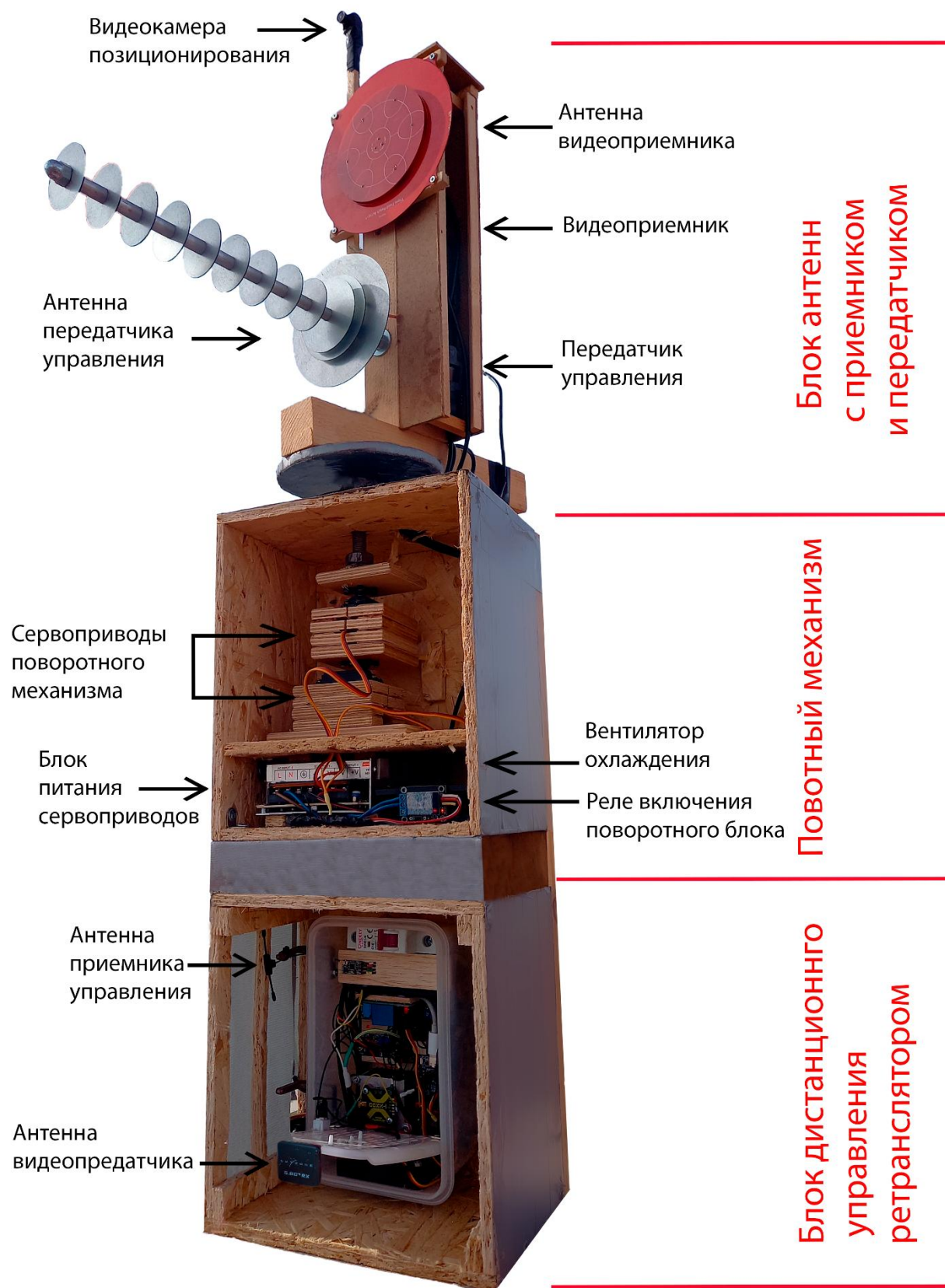
В связи с тем, что большинство имеющихся в продаже сервоприводов поворачиваются на угол от 0 до 180 градусов, то использовано решение с двумя сервоприводами, расположенными вертикально, друг над другом, у которых сигнальные провода подключены параллельно, что позволяет достичь угла поворота 360 градусов без использования редких и дорогих сервоприводов. Выбор этих устройств обусловлен тем, что они, в отличие от шаговых двигателей, устанавливаются в точное положение согласно управляющего сигнала. Шаговые же двигатели нуждаются в калибровке и иных способах контроля положения.

Пульт управления, в котором также используется связка из приемопередатчика LoRa E220-900T22S и контроллера ESP8266 Wemos Mini. Оператор с помощью пульта управления может управлять основными режимами работы ретранслятора и положением антенн. Контроль состояния температуры устройства и работа вентиляторов осуществляются контроллером автоматически в заранее определенных пределах.

Оператор с помощью пульта управления также выбирает, какой видеосигнал отображать в мониторе - с дрона или с камеры, установленной на поворотной платформе ретранслятора. Пульт управления оборудован дисплеем, отражающим основные параметры ретранслятора:

- включен или выключен непосредственно ретранслятор
- направление антенн, выраженное в градусах
- какой видеосигнал в данное время транслируется (от дрона или с камеры ретранслятора)
- температура устройства.





Система управления проверена в реальных условиях и обеспечивает надежную связь на расстоянии до 8 км.

В свою очередь использование направленных антенн, установленных на поворотной платформе, позволяет управлять дроном на расстоянии 15 км и более.

Основные компоненты аппаратной части

1. **LoRa E220-900T22S** — высокоэффективный модуль для дальнодействующей связи, работающий в частотном диапазоне 900 МГц. Этот модуль позволяет передавать данные на расстояния до 10 км (в идеальных условиях) и обеспечивает низкое потребление энергии, что особенно важно для автономных систем. Он поддерживает двустороннюю связь, и его использование позволяет передавать не только команды управления, но и данные с датчиков и другие данные.



Характеристики LoRa E220-900T22S:

- Частотный диапазон: 900 МГц
 - Мощность передачи: до 22 дБ
 - Дальность передачи: до 10 км (в условиях прямой видимости)
 - Поддержка двусторонней связи
 - Поддержка работы в спящем режиме, что позволяет значительно снизить энергопотребление
 - Возможность подключения нескольких модулей в сеть
2. **ESP8266 Wemos Mini** — компактный и энергоэффективный контроллер, который выполняет функцию главного процессора системы. Он управляет микросхемой LoRa, получает данные о положении антенны, с других датчиков и передает их на пульт управления. ESP8266 обеспечивает управление всеми исполнительными механизмами (например, сервоприводами антенн, вентиляторами и т. д.), а также отвечает за управление состоянием системы (включение/выключение ретранслятора и других компонентов).



Характеристики ESP8266 Wemos Mini:

- Процессор: Tensilica Xtensa 32-bit
- Частота: 80–160 МГц
- Оперативная память: 160 КБ
- Встроенный Wi-Fi для подключения к сети и обмена данными
- Поддержка энергосберегающих режимов (спящий режим, низкое потребление энергии)
- Удобство интеграции с различными сенсорами и исполнительными механизмами

3. **Сервоприводы антенны** — для точного контроля направления антенн используются сервоприводы. Выбор этих устройств, в отличие от шаговых двигателей, обусловлен необходимостью точного позиционирования платформы. Сервоприводы устанавливаются в точное положение в соответствии с полученной командой. Это позволяет быть уверенным в том, что ретранслятор, расположенный от оператора в нескольких километрах, установит антенны в нужное направление, которое отобразится также на пульте оператора. В проекте использованы водонепроницаемые сервоприводы TD-8320MG с крутящим моментом 20Кгс, чего достаточно для поворота и удержания платформы с антеннами, даже при наличии ветра.

4. Дисплей OLED
диагональ 0,96 дюйма,
разрешение 128*64 пикселя,
подключение по шине I2C.



5. Реле в проекте использовано 3 штуки.
Управляющее напряжение 5В, ток 10А,
Входное напряжение до 250В



6. Датчик температуры цифровой DS18B20.



7. Антенна видеоприемника 5,8 ГГц, 14dBi,
диаметр 150 мм



Функциональные возможности

Основной задачей системы является обеспечение надежной связи между оператором и дроном, а также управление несколькими механизмами, такими как антенны, камеры, датчики температуры и другие.

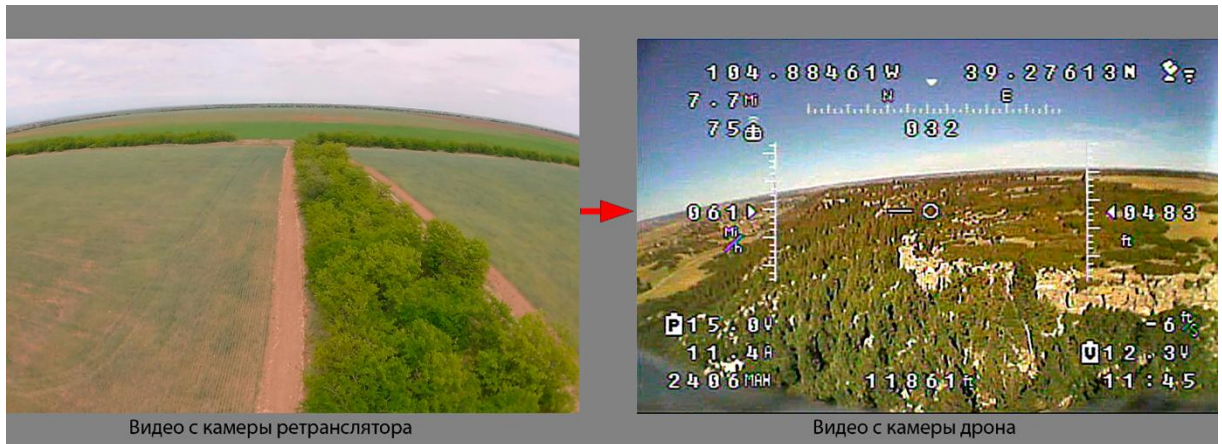
1. **Управление антеннами:** Система включает в себя возможность поворота антенн в нужную сторону, что позволяет эффективно направлять сигнал и улучшать качество связи.
2. **Контроль видеосигнала:** Оператор может выбирать, какой видеосигнал передавать на пульт — с дрона или с камеры, установленной на поворотном устройстве ретранслятора.
3. **Температурный контроль:** На пульте управления отображается информация о текущей температуре устройства, что позволяет своевременно выявить перегрев и предпринять меры по охлаждению.
4. **Управление вентиляторами:** Включение и выключение вентиляторов осуществляется автоматически при достижении заданной температуры, что позволяет оптимизировать тепловой режим системы.
5. **Мониторинг состояния ретранслятора:** Оператор может в любой момент времени проверить состояние ретранслятора (включен или выключен), а также выполнить команды включения или выключения.
6. **Дистанционное управление:** С помощью пульта управления оператор может выполнять все необходимые операции на безопасном расстоянии, включая включение/выключение ретранслятора, поворот антенн, контроль видеосигнала и другие функции.
7. **Индикация на дисплее пульта:** Пульт управления оснащен дисплеем, на котором отображается информация о положении антенн, температуре, состоянии ретранслятора и текущем видеоканале. Эта информация позволяет оператору принимать решения о дальнейших действиях.

Энергоэффективность

Одним из ключевых преимуществ системы является ее энергоэффективность. Микросхема LoRa и ESP8266 поддерживают различные спящие режимы, что позволяет устройству находиться в дежурном состоянии длительное время, минимизируя потребление энергии. Это открывает путь к возможности длительно находиться в дежурном режиме и реализации дистанционной подачи питания на силовые цепи через реле, что позволяет мгновенно включать необходимые компоненты без непосредственного вмешательства оператора.

Алгоритм действий оператора.

1. Дистанционное включение ретранслятора пультом управления.
2. Мониторинг обстановки и выбор цели с помощью камеры, установленной на поворотной платформе.
3. Переключение видеопотока на камеру дрона.
4. Запуск дрона.



Заключение

Устройство является не просто идеей или концепцией, а полноценно реализованным и полностью функционирующим устройством.

Предложенная система ретранслятора с пультом управления на базе LoRa и ESP8266 представляет собой высокоэффективное, энергоэкономичное и гибкое решение для управления FPV дронами и другими исполнительными механизмами. Включение функций контроля антенн, видеосигнала и температуры, а также удаленного управления на больших расстояниях открывает новые возможности для применения в различных областях, включая разведку, мониторинг и поисково-спасательные работы.