|  |  |
| --- | --- |
|  | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

***К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ***

***НА ТЕМУ:***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(Группа) (Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Консультант **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

*2024 г.*

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

**(национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Индекс)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение научно-исследовательской работы**

по теме \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Студент группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, имя, отчество)

Направленность НИР (учебная, исследовательская, практическая, производственная, др.)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

График выполнения НИР: 25% к \_\_\_ нед., 50% к \_\_\_ нед., 75% к \_\_ нед., 100% к \_\_\_ нед.

Техническое задание \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Оформление научно-исследовательской работы:***

Расчетно-пояснительная записка на \_\_\_\_\_ листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания « \_\_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Руководитель НИР**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

**Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ 4

1.1. Описание функционала устройства: 4

1.2. Сферы применения 4

1.3. Актуальность и новизна 4

2. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ 4

2.1. Косвенные аналоги 4

2.2. Патентный поиск 4

2.3. Обзор существующей литературы 5

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНЫХ ТИПОВ И РАЗМЕРОВ БПЛА 5

4. ПОДБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА 5

4.1. Критерии выбора анализатора спектра 5

4.2. Выбор анализатора спектра 5

4.3. Требования к антенне и выбор антенны 6

5. ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПРИВОДУ АНТЕННЫ 6

5.1 Требования к точности и быстродействию 6

Список использованных источников 8

# ВВЕДЕНИЕ

# 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

## 1.1. Описание функционала устройства:

Разрабатываемое устройство представляет из себя – подвесной модуль для мультикоптерных БПЛА, с микрокомпьютером, анализатором спектра и системой инерциального позиционирования (и\или gps в зависимости от задачи), и двухосевым приводом с направленной антенной.

БПЛА с установленным устройством, может совершать разведывательные и исследовательские полеты по заданному маршруту в автономном или неавтономном режиме (автономность пока не моя проблема). Устройство в свою очередь совершает сканирование радиоэфира в установленных частотах и соотносит полученные картины-спектры с координатами полета, по возвращению на базу формирует отчет с спектрограммами по координатам полета.

## 1.2. Сферы применения

Установка привода на FPV и автономные БПЛА средней и тяжелой грузоподъемности, для проведения разведывательных и исследовательских полетов с целью анализа радиоэфира

## 1.3. Актуальность и новизна

Существуют двухосевые подвесы-стабилизаторы для аэрофотосъемки, также на квадрокоптеры ставят анализаторы спектра, однако при установке анализатора не используется направленные антенны и приводы для вращения антенн. По сути новизна заключается в объединении этих двух идей.

Актуальность – применение в боевых условиях.

# 2. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

## **2.1. Косвенные аналоги**

В качестве аналогов можно рассмотреть стационарные приводы для спутниковых антенн, или же Рысь на кафедре, точных аналогов в открытом доступе не нашлось.

## 2.2. Патентный поиск

По контекстным запросам:

* «Разработка двухосевого привода анализатора радио-спектра для установки на БПЛА»
* «two-axis drive of spectrum analyzer for UAV with directional antenna for radio environment analysis. UAV is equipped with device with 2-axis drive and directional antenna, using stepper motors directs antenna for search of jammers and general spectrum analysis in the selected frequency range.»,
* « двухосевой привод анализатора спектра для бпла с направленной антенной для анализа радио обстановки. на бпла устанавливается устройство с 2 осевым приводом, и направленной антенной, с помощью шаговых двигателей направляет антенну для поиска постановщиков помех и общего анализа спектра в выбранном диапазоне частот.»

Отсутствуют релевантные результаты.

## 2.3. Обзор существующей литературы

# 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНЫХ ТИПОВ И РАЗМЕРОВ БПЛА

Основным критерием для БПЛА является грузоподъемность и габариты. Сверхмалые и малые типоразмеры сразу отпадают ввиду низкой грузоподъемности и сложности разработки привода, ориентируемся на средние и тяжелые БПЛА мультикоптерного типа, грузоподъемностью от 1 кг и размерами от 300мм в диаметре.

# 4. ПОДБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

## **4.1. Критерии выбора анализатора спектра**

Анализатор спектра по своей сути является обычным SDR радио, и основная характеристика – ширина полосы, и частоты работы. Для нас важные критерии:

* Габаритные размеры
* Энергопотребление – мощность
* Масса
* Ширина полосы
* Частоты работы

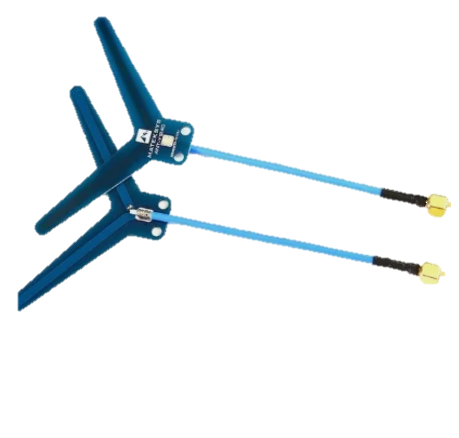
## 4.2. Выбор анализатора спектра

Для наших задач учитывая наиболее популярные частоты для управления дронами от 433 МГц до 2.4 ГГц, подходит система RTL-SDR, которая также отличается простотой интеграции.



## 4.3. Требования к антенне и выбор антенны

Что бы выбрать антенну, необходимо для начала определится с частотами радиоспектра который мы хотим анализировать, для прототипа можем использовать 2.4 ГГц. И выбрать направленную антенну, которая будет отличатся небольшими габаритами и малым весом. Текущие варианты антенн:



# 5. ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПРИВОДУ АНТЕННЫ

## 5.1 Требования к точности и быстродействию

Конкретные требования на данном этапе можно только выдумать используя некоторые логические зависимости, например требуемая частота дискретизации спектрограмм будет определять требования к быстродействию. Точность определяется диаграммой направленности антенны и требованиям к радиусу действия устройства, то есть если дальность требуется небольшая, то требования к точности позиционирования антенны применяются очень низкие.

# Список использованных источников