

УДК 621.396.73

## **РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕГО БЛОКА СТАНЦИИ ПРИЕМА ТЕЛЕМЕТРИИ МАЛЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

© **Фомин В.А., Никишин Д.Н., Кумарин А.А.**

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: vladimir.fomin.1999@gmail.com

Задачи, которые ставят перед малыми космическими аппаратами, имеют широкий спектр, и для большинства из них необходима непрерывная связь с наземным пунктом приема и обработки информации. Для удовлетворения данного требования необходимо обеспечить уровень сигнала, приемлемый для работы приемного модуля с минимальными потерями данных. Поэтому зачастую для приема телеметрии аппарата используют направленные антенны с высоким коэффициентом усиления. Однако в таком случае возникает потребность в непрерывном изменении угла азимута и элевации антенны. Кроме того, при работе со стратосферными аппаратами дополнительно возникает проблема относительно малой высоты и мощности передатчика, что затрудняет использование стационарных центров управления полетами ввиду их удаленности от точки старта и чаще всего наличия застройки и большого количества источников помех вокруг. Чтобы решить данную проблему, было принято решение разработать автономную портативную станцию с наводимой на источник сигнала направленной антенной.

Целью данной работы была разработка системы управления поворотным устройством станции.

Задачи, поставленные в данной работе:

- Разработка принципиальной схемы электронного блока;
- Разработка топологии печатной платы;
- Моделирование высокоточковых цепей печатной платы.

На рисунке 1 изображена структурная схема разработанного устройства. В качестве вычислительного ядра используется микроконтроллер STM32 серии F4. Непосредственный поворот антенны осуществляется с помощью 2 шаговых двигателей под управлением соответствующих драйверов. Связь вычислительного ядра с ЭВМ осуществляется с помощью USB-UART-преобразователя через USB-порт. Для обеспечения автономности станции используется в качестве основного источника питания 7 LiPo аккумуляторов. В качестве второго источника питания и зарядки батарей используется AC-DC-преобразователь с сетевого напряжения.

В результате топологического проектирования была разработана модель печатной платы в САПР Altium Designer, 3D-вид которой можно видеть на рисунке 2. Для выявления узких мест в высокоточковых цепях было выполнено моделирование цепей питания в PDN Analyzer (рисунок 3), благодаря чему были обнаружены и устранены ошибки при разводке платы. Слева изображена модель цепей питания положительной полярности, а справа – земляных цепей.

Разработанный электронный блок проходит испытания и будет применен для установления односторонней и двухсторонней связи с различными космическими и стратосферными аппаратами, в частности перспективным аппаратом MiniSat.

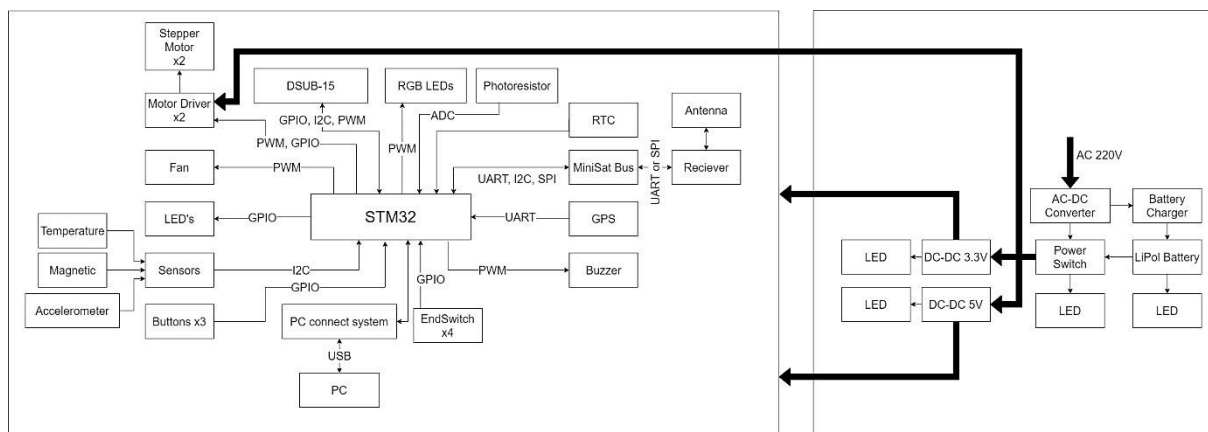


Рисунок 1 – Структурная схема

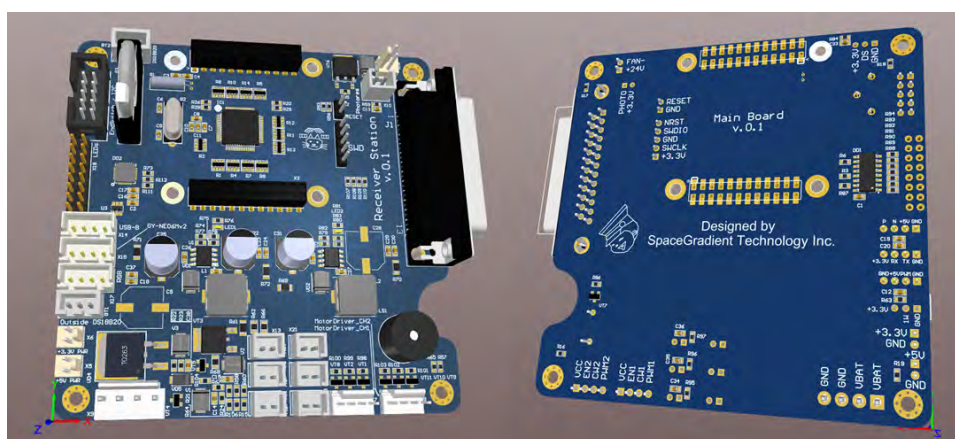


Рисунок 2 – 3D модель печатной платы (верхняя и нижняя стороны)

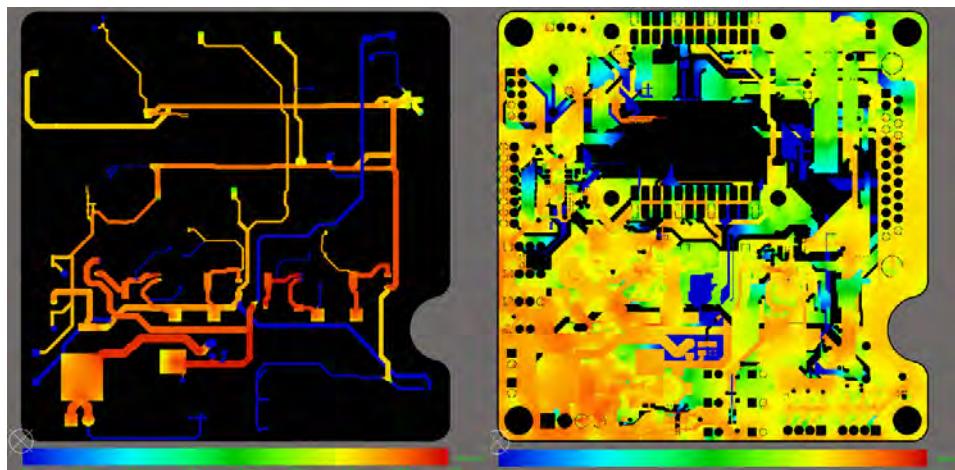


Рисунок 3 – Результат моделирования распределения плотностей токов цепей питания

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

### Библиографический список

1. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В., Белоусов О.А., Курносов Р.Ю. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 252 с.
2. Основы радиолокации и элементы РЛС: учебное пособие / А.Х. Горохов, Н.Л. Кашпур. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. 247 с.