

Предварительное описание БПЛА квадрокоптерного типа (далее дрон).

24.04.2025 описание БПЛА выполнил «357»

Название и производитель неизвестен. Подробно приводятся фотографии нескольких дронов с разными ракурсами и пояснения.

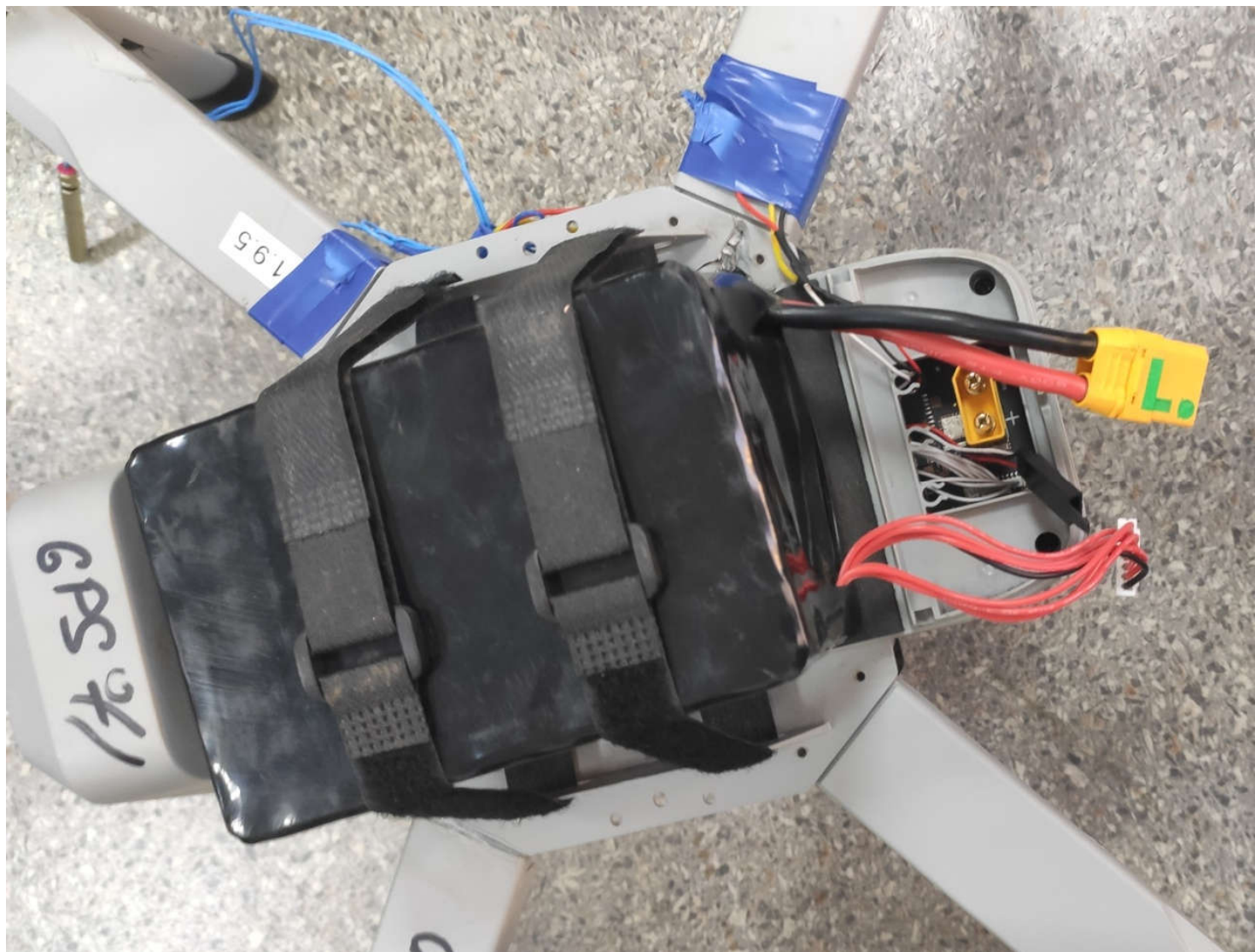
Внешний вид БПЛА



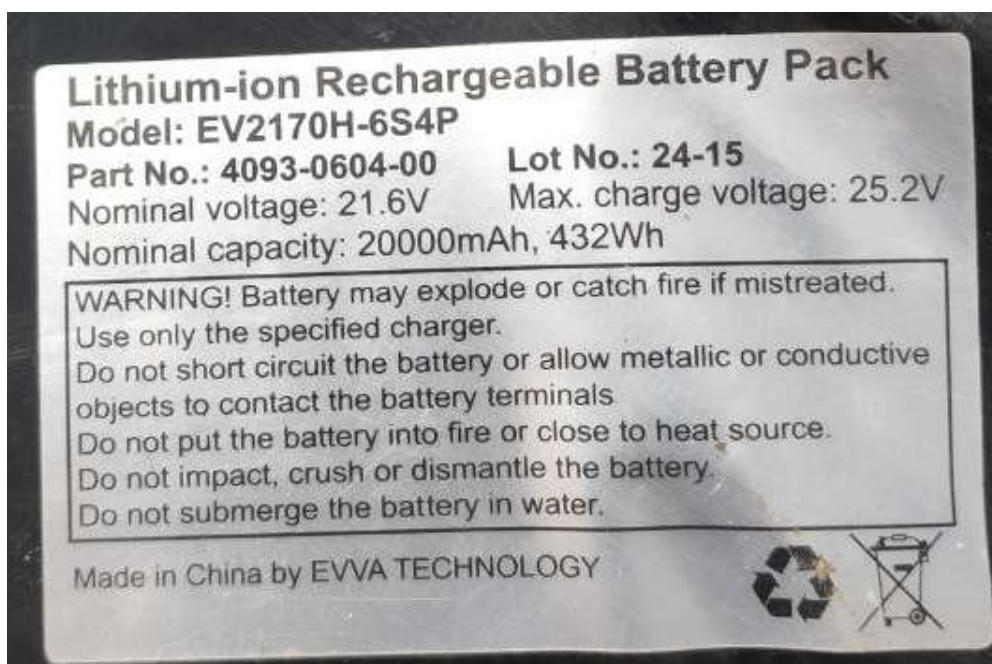


С установленным аккумулятором, сбоку болтается электродетонатор – переделан под дрон камикадзе.

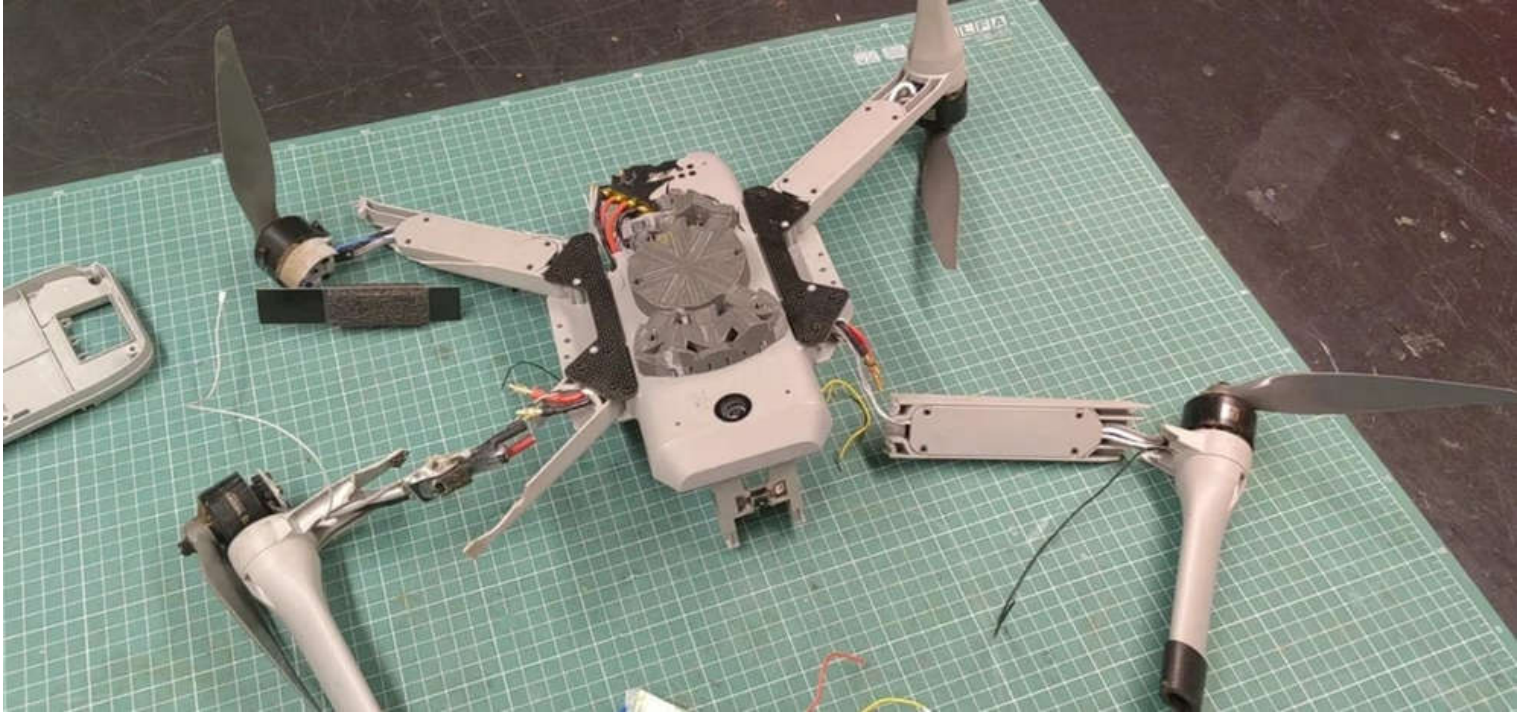




Вид сверху с установленным аккумулятором

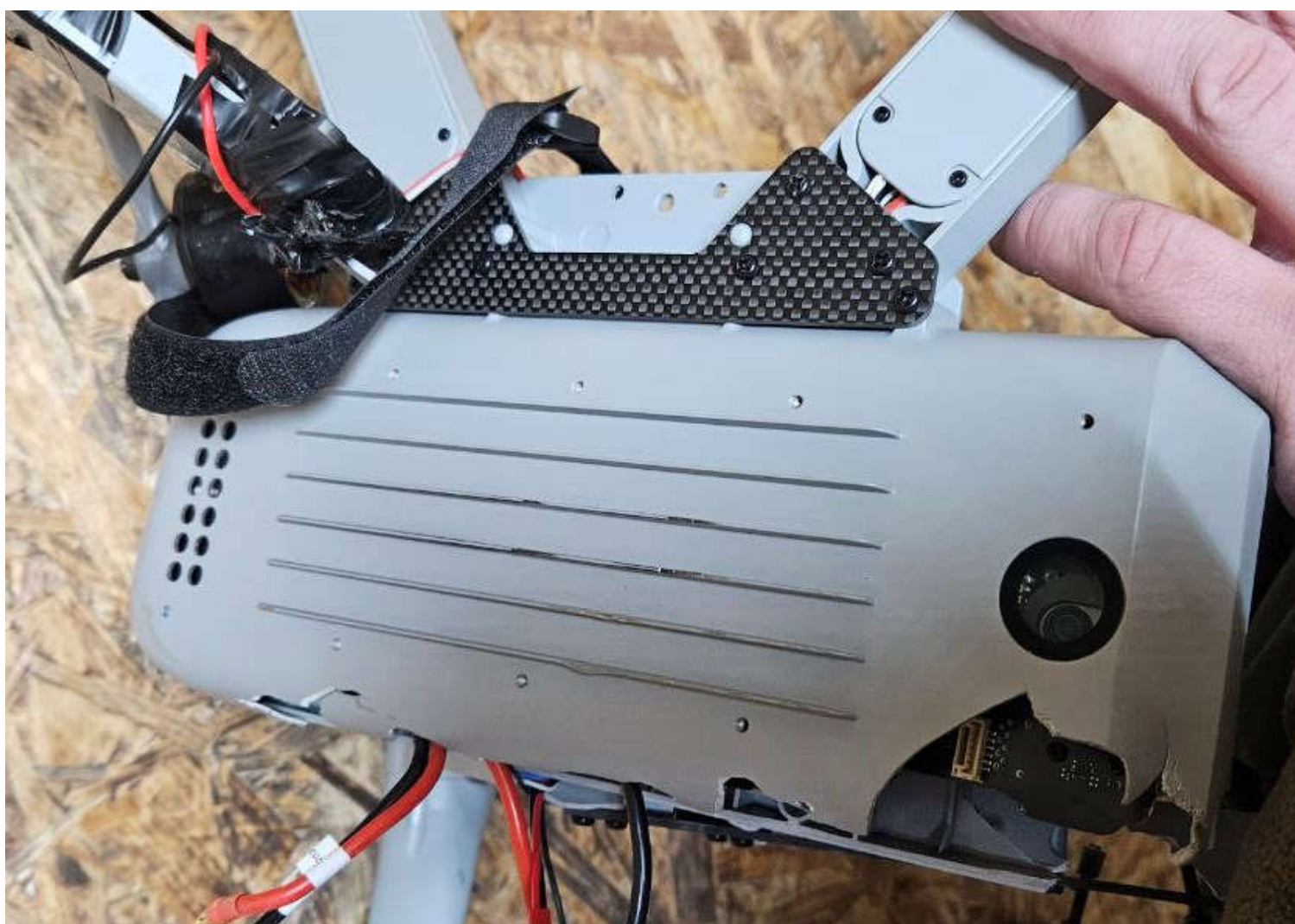


Маркировка аккумулятора EV2170H-6S4P 20A/h. Тип разъёма XT-60. Очень большая ёмкость аккумулятора – при большом потреблении вычислительной начинки дрона это означает, что основными задачами были долгие дальние полёты, ретрансляция сигнала или задачи сопровождения и ретрансляции для наземных дронов. Использование таких дронов как камикадзе на малых расстояниях и с малой и низкоэффективной БЧ вероятно свидетельствует о непонимании целевого назначения дрона.





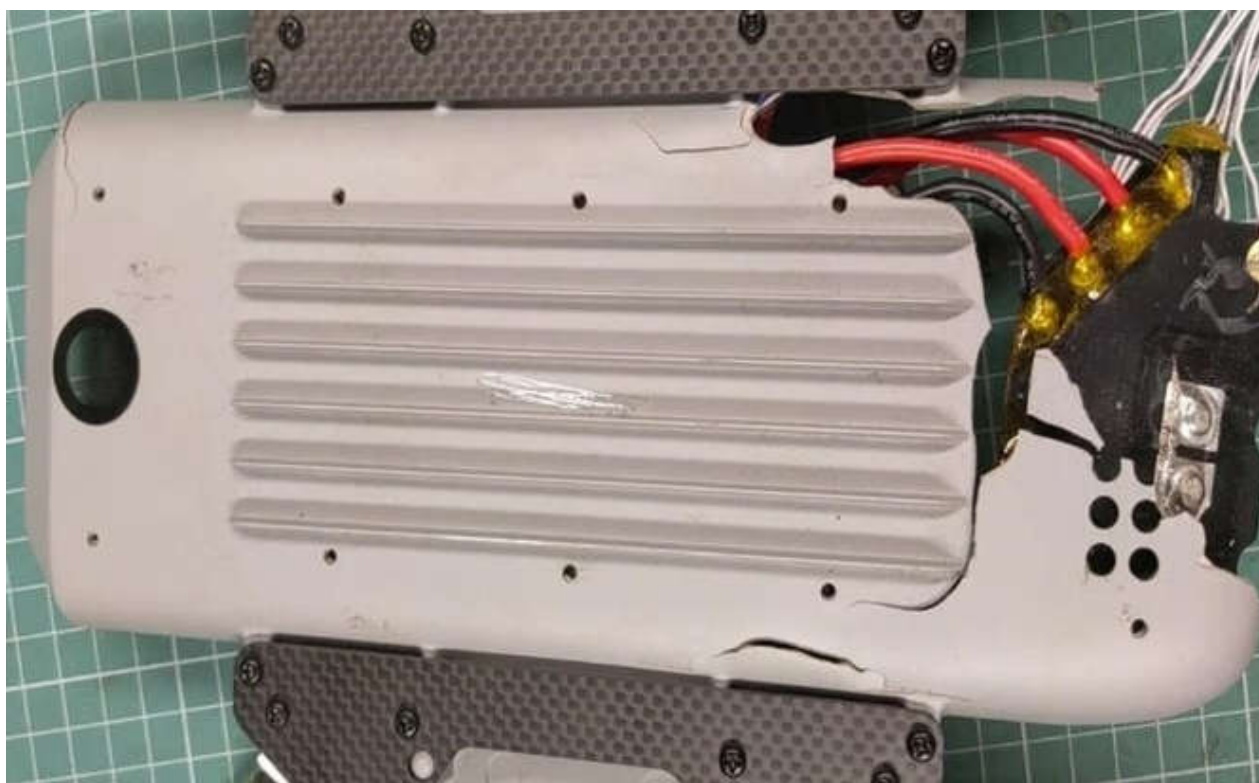
В каждой ножке «луча» находится отдельная антенна. Две из них исключительно для низкоскоростного канала управления по LoRa протоколу. Ещё две – MiMo канал передачи видео и управления восьмидиапазонный. Каналы управления LoRa могут дублироваться каналом передачи видео и суммарно канал управления может передаваться на трёх каналах одновременно.



Вид с внешними элементами блокировки цепи электродетонатора и электрозамыкателем.



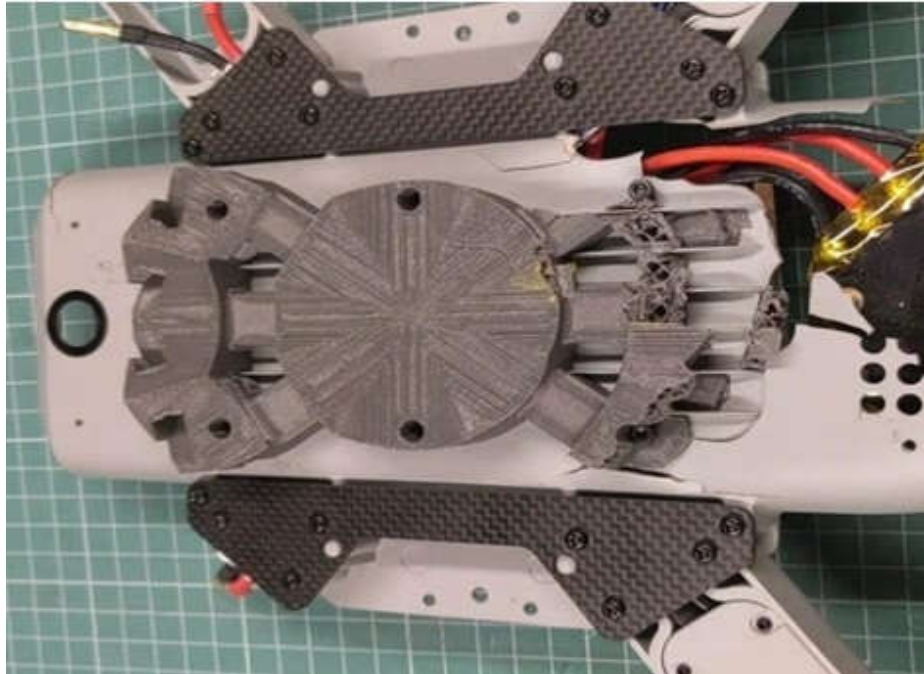
Вид с внешней планкой крепления БЧ. Отдельно показаны печатные антенны, ESC, моторы.



Разломавшаяся нижняя часть корпуса из алюмо-магниевого сплава.



Верхняя пластиковая крышка из пластика PA+55%GF. Тип пластика указан на штампе.



Кронштейн крепления БЧ. Наличие двух рядов отверстий с резьбой М3, в корпусе отверстия герметичны. Конструкция изначально рассчитана на подвес нескольких типов полезной нагрузки.



Маркировка электродвигателей



Вид дрона подбитого стрелковым оружием.

Внутренние компоновка дрона

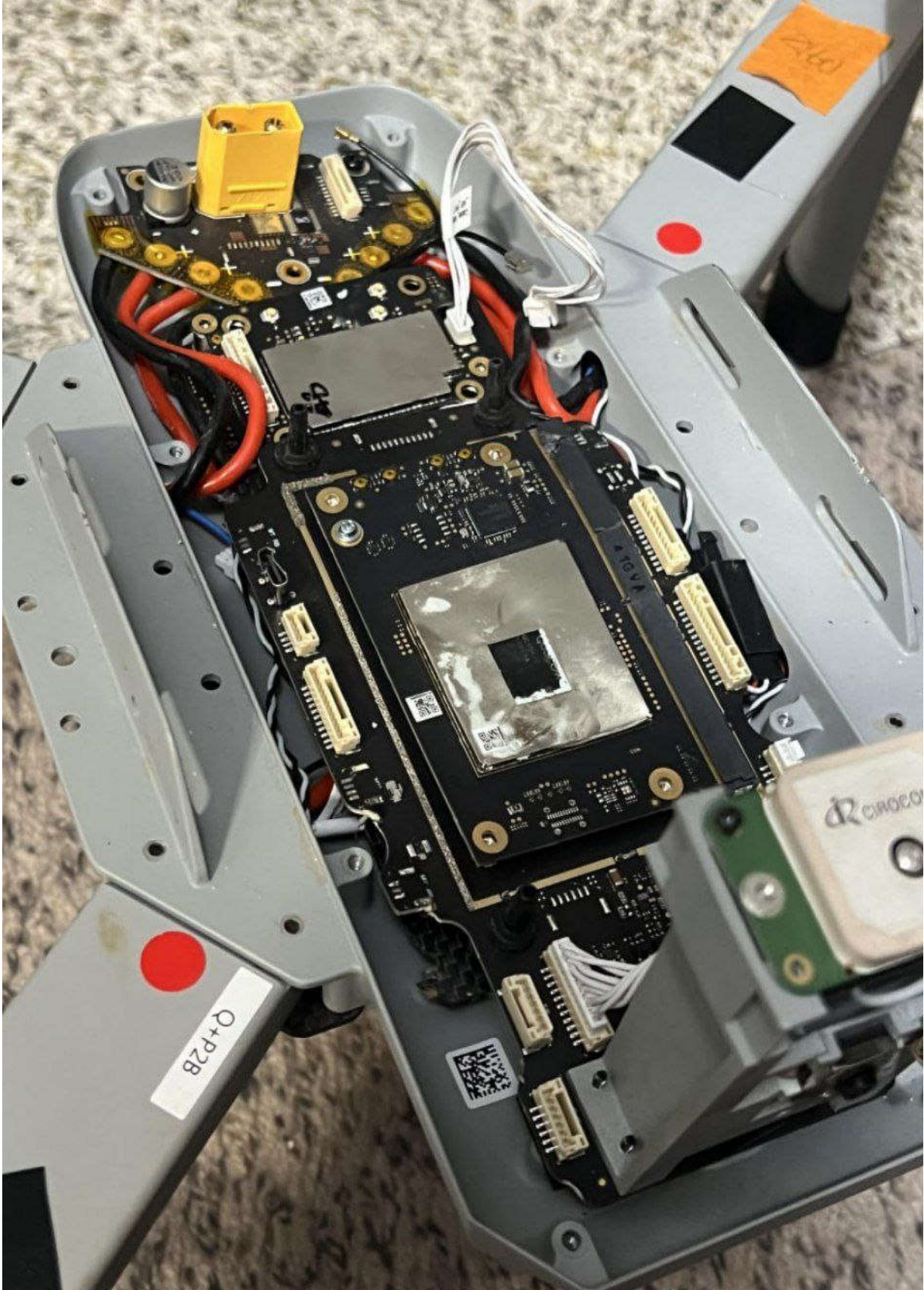


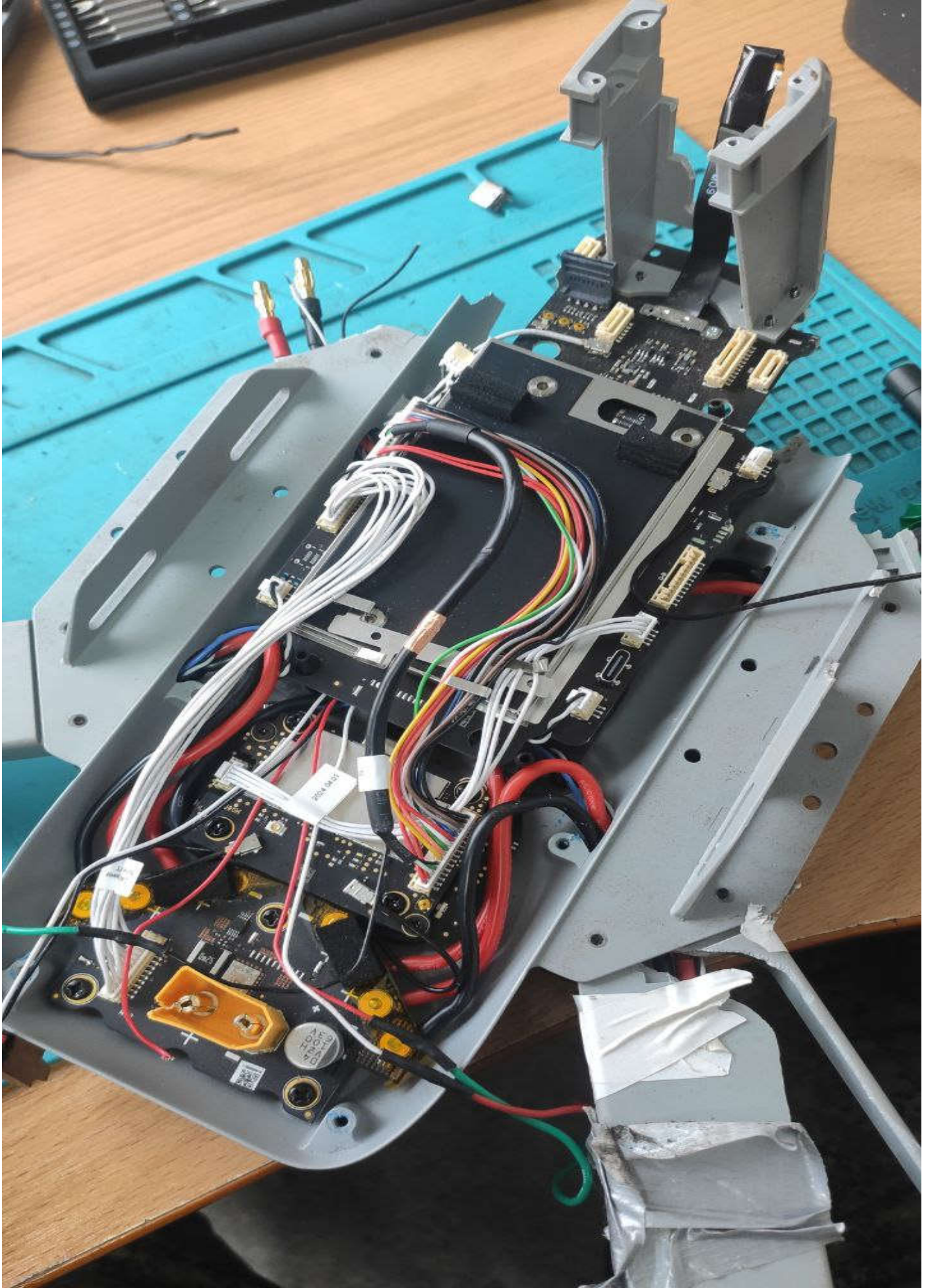
Общий вид с антенной ГНСС диапазона L1 и справа вверху видна плата инициации БЧ

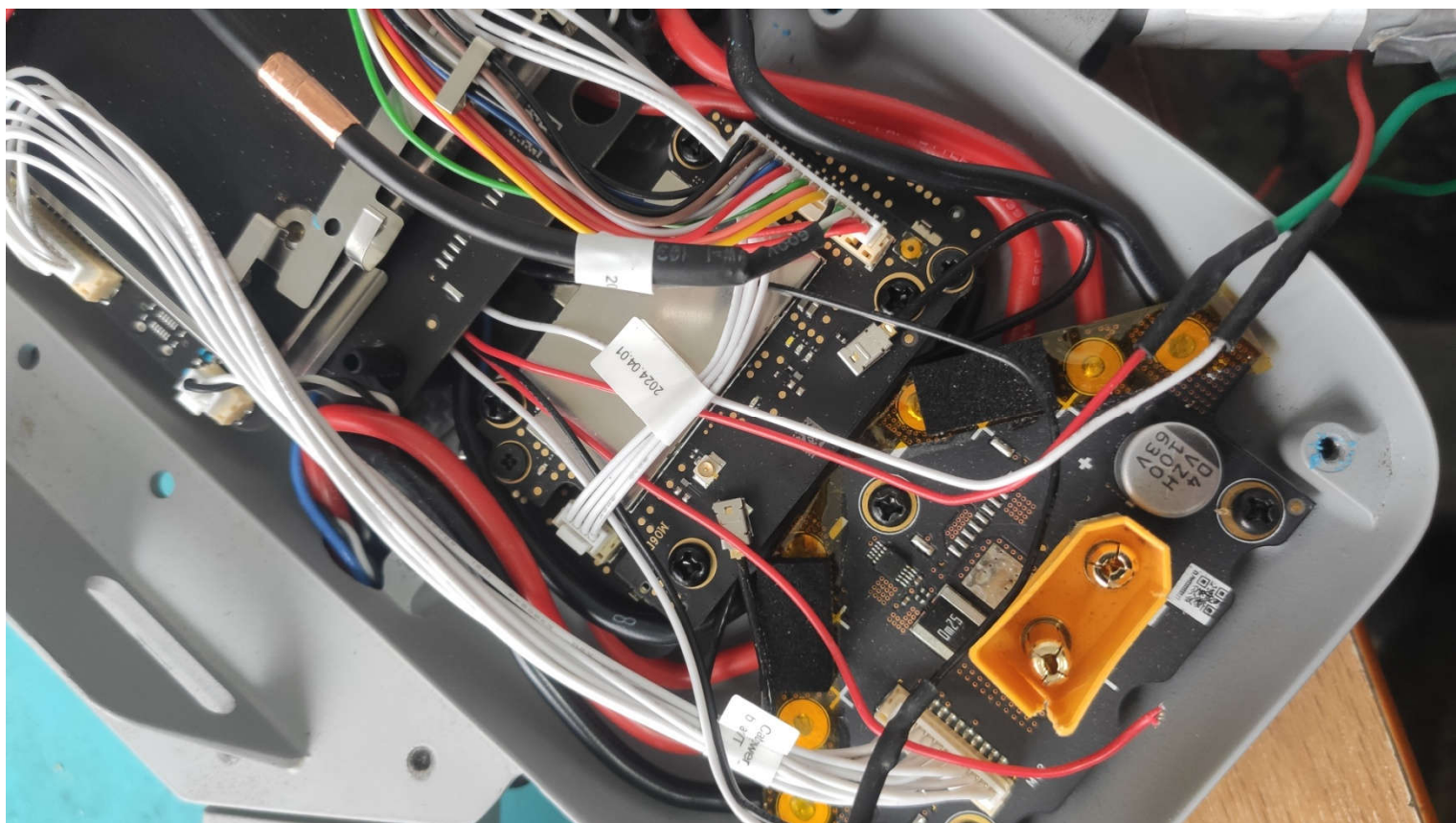
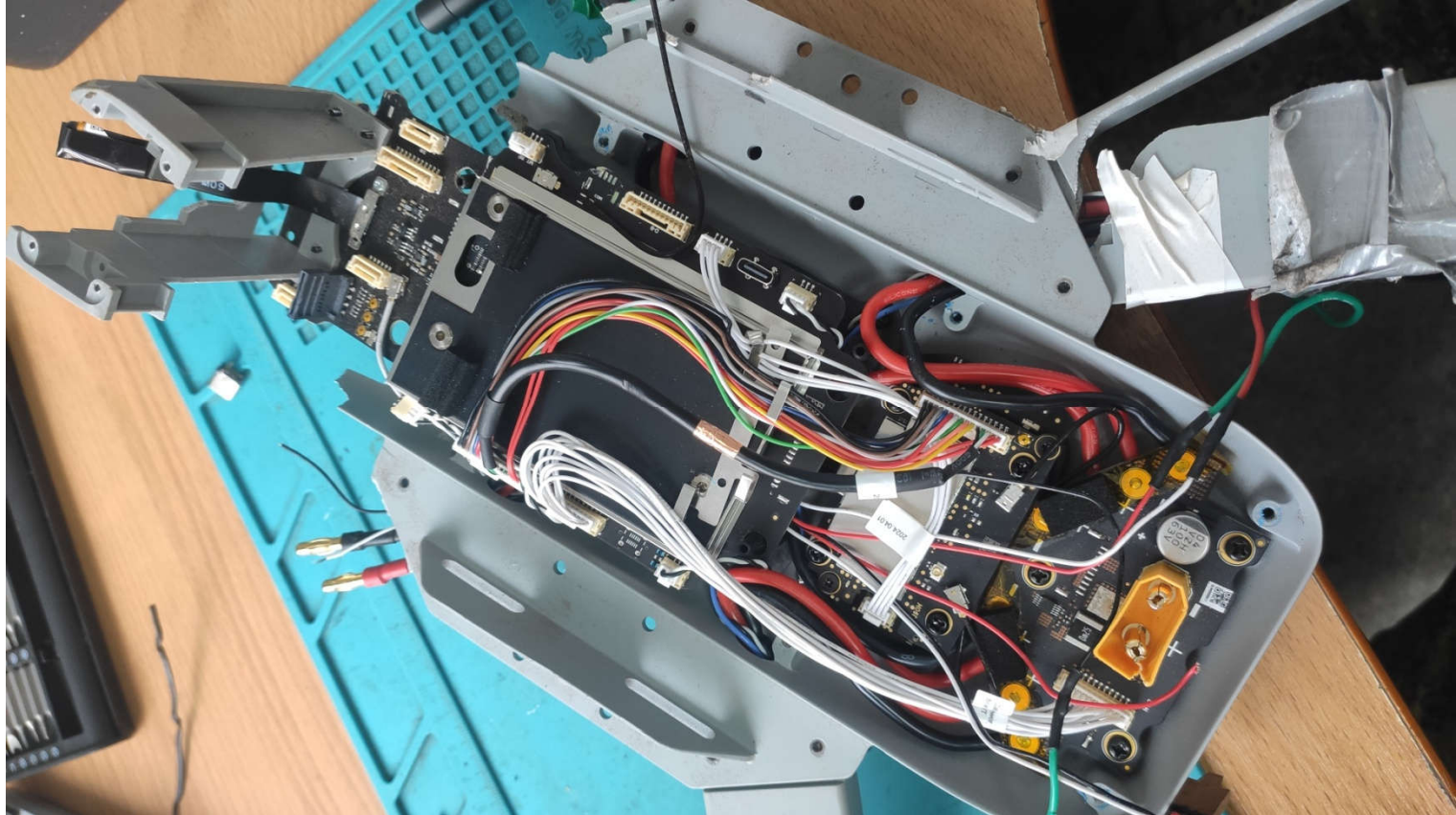


Следует обратить внимание, что в разных партиях дронов были применены разные платы инициаторов, сходные по размеру. Общим является подача трёх проводов: питания +5В, команда постановки и съёма с боевого режима (PWM), минус_корпус. Сами платы инициации либо подключаются к внешним контактам датчика цели, либо имеют встроенный акселерометр, реагирующий на удар.

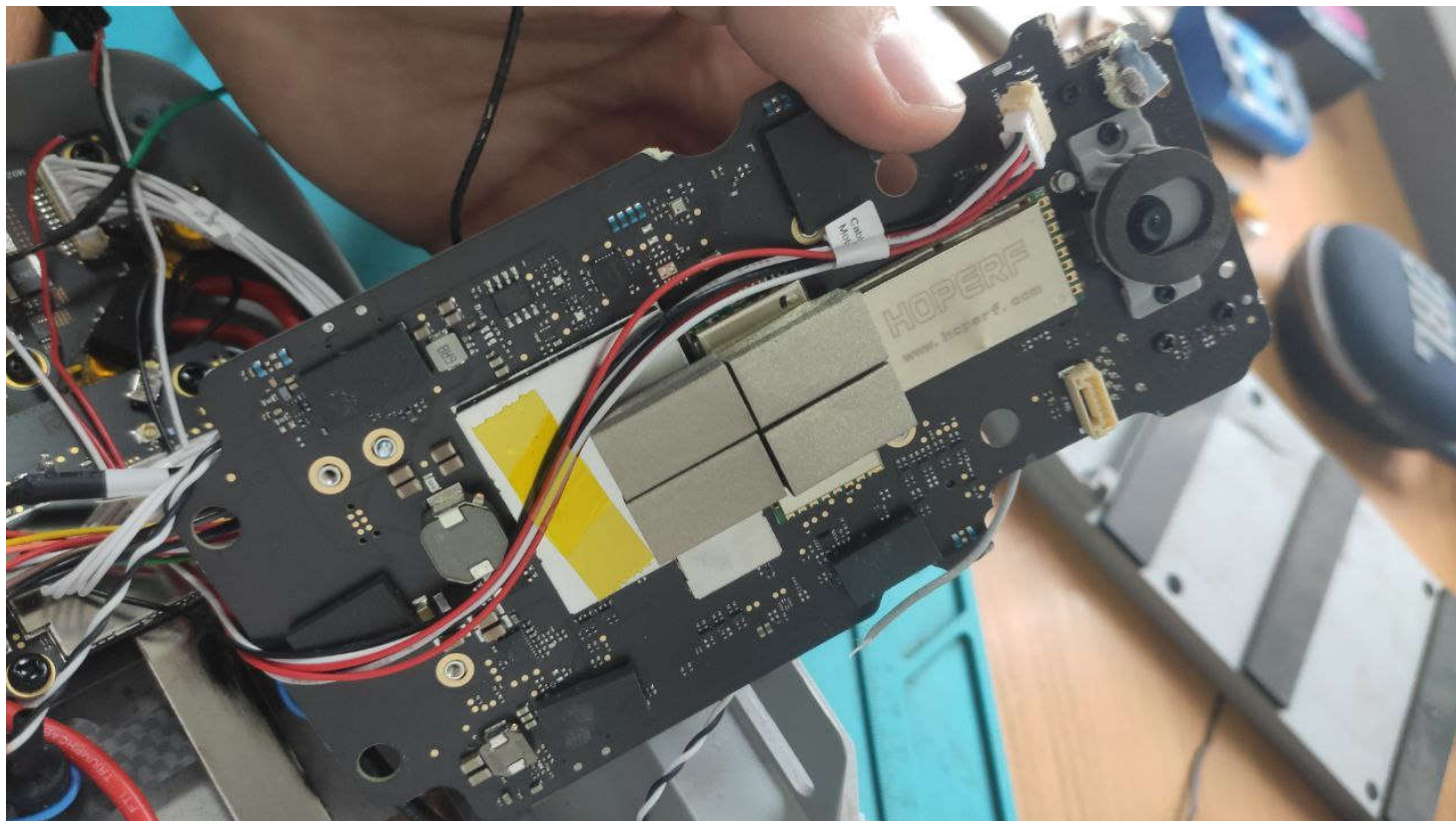
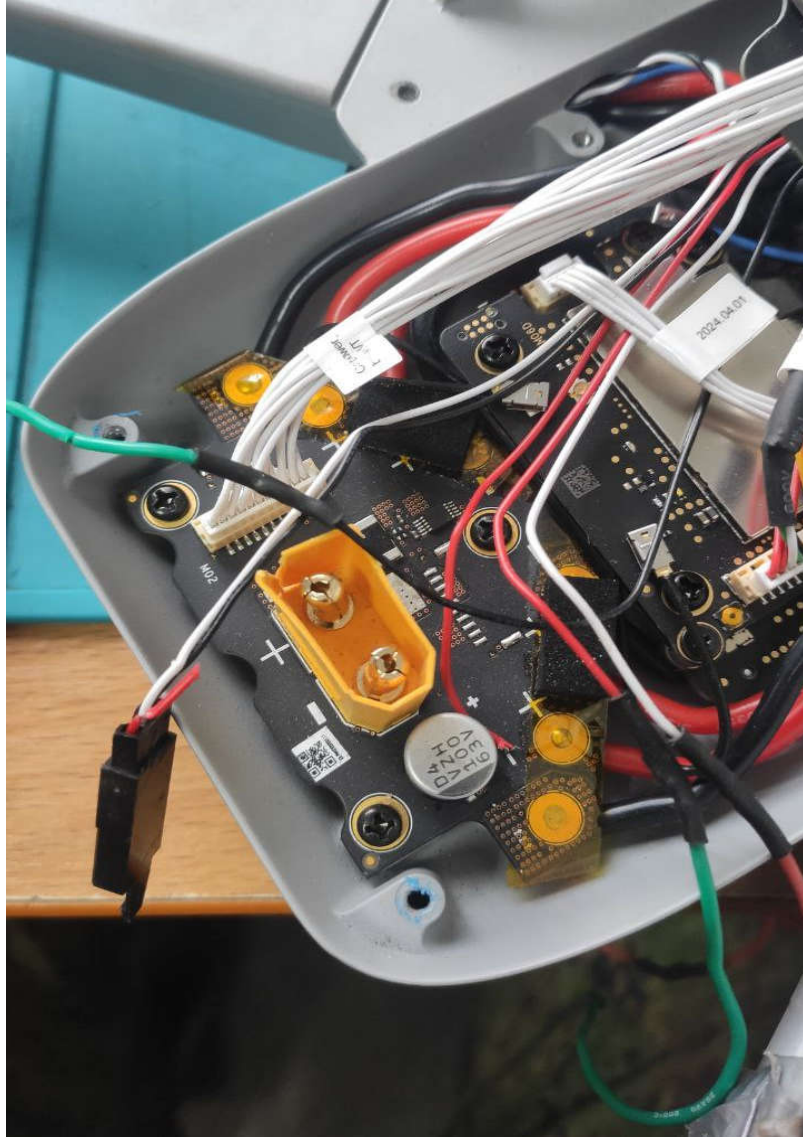
Не во всех дронах были инициаторы и БЧ – дроны универсальные и могут использоваться как ретранслятор для других воздушных и наземных дронов, как видеофиксация и разведка в пределах возможностей встроенной камеры, сопоставимой с камерой смартфона. Камеры в дроне НЕ имеют поворотного механизма и дополнительной активной вибро-стабилизации в подвесе, соответственно, в платах это заложено, но в дроне не реализовано.



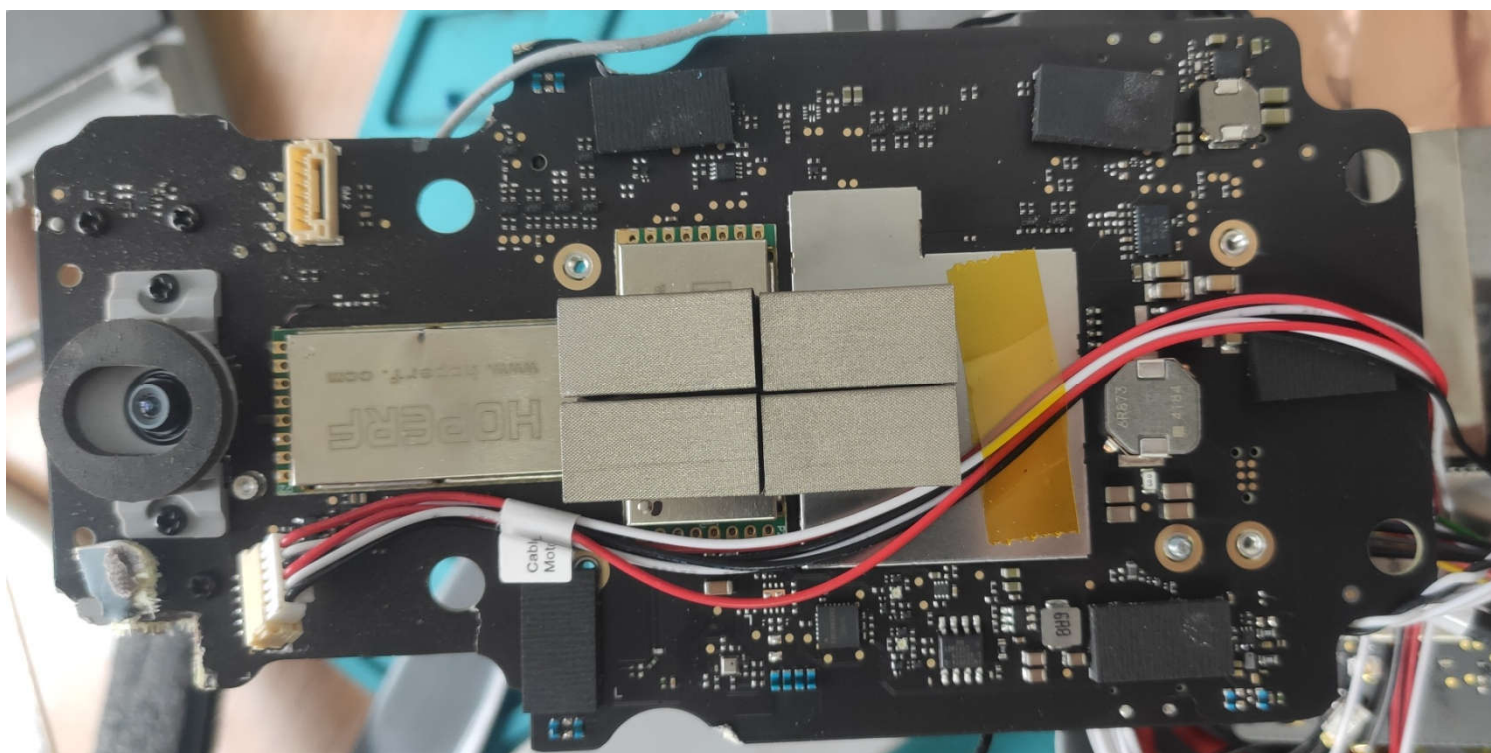
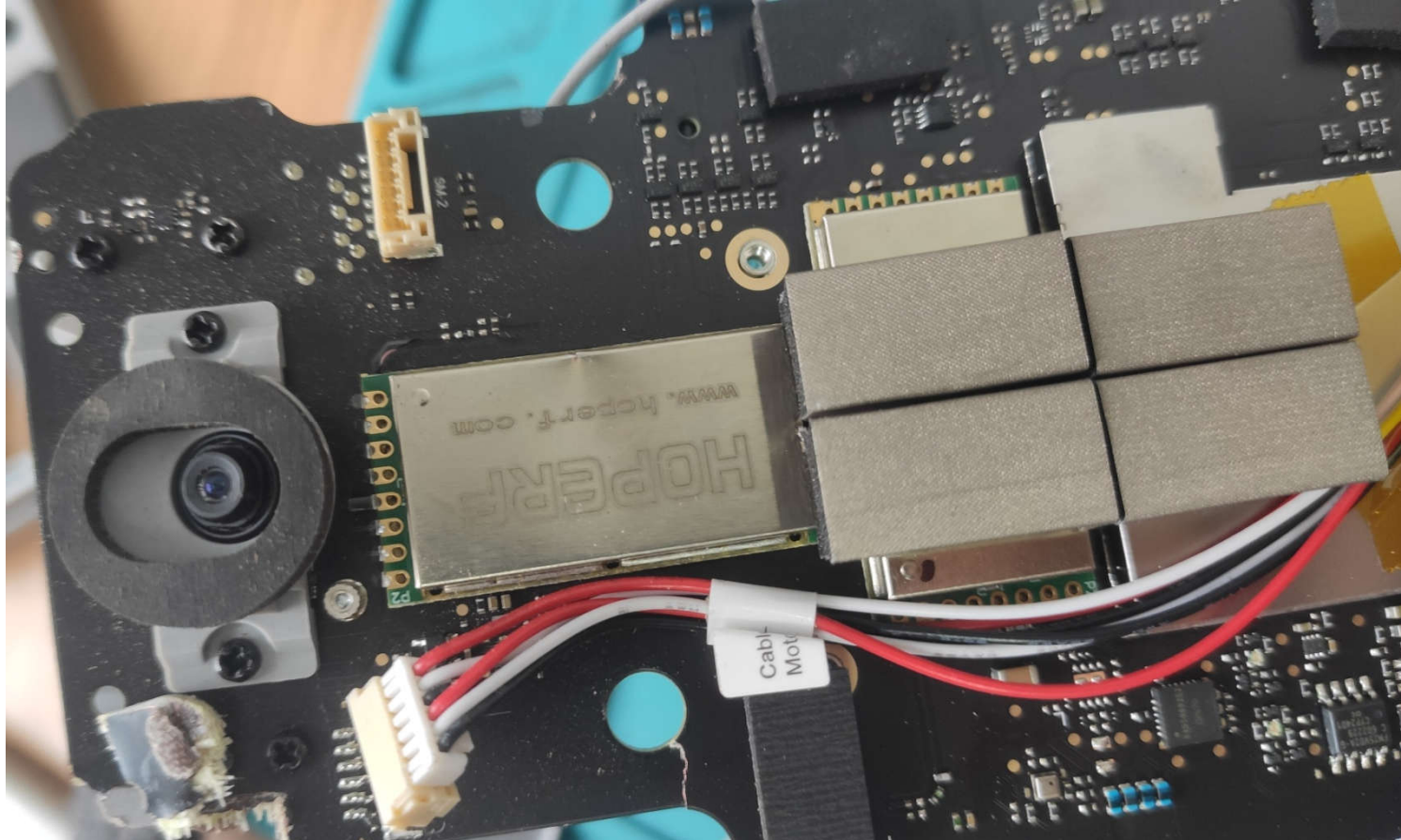




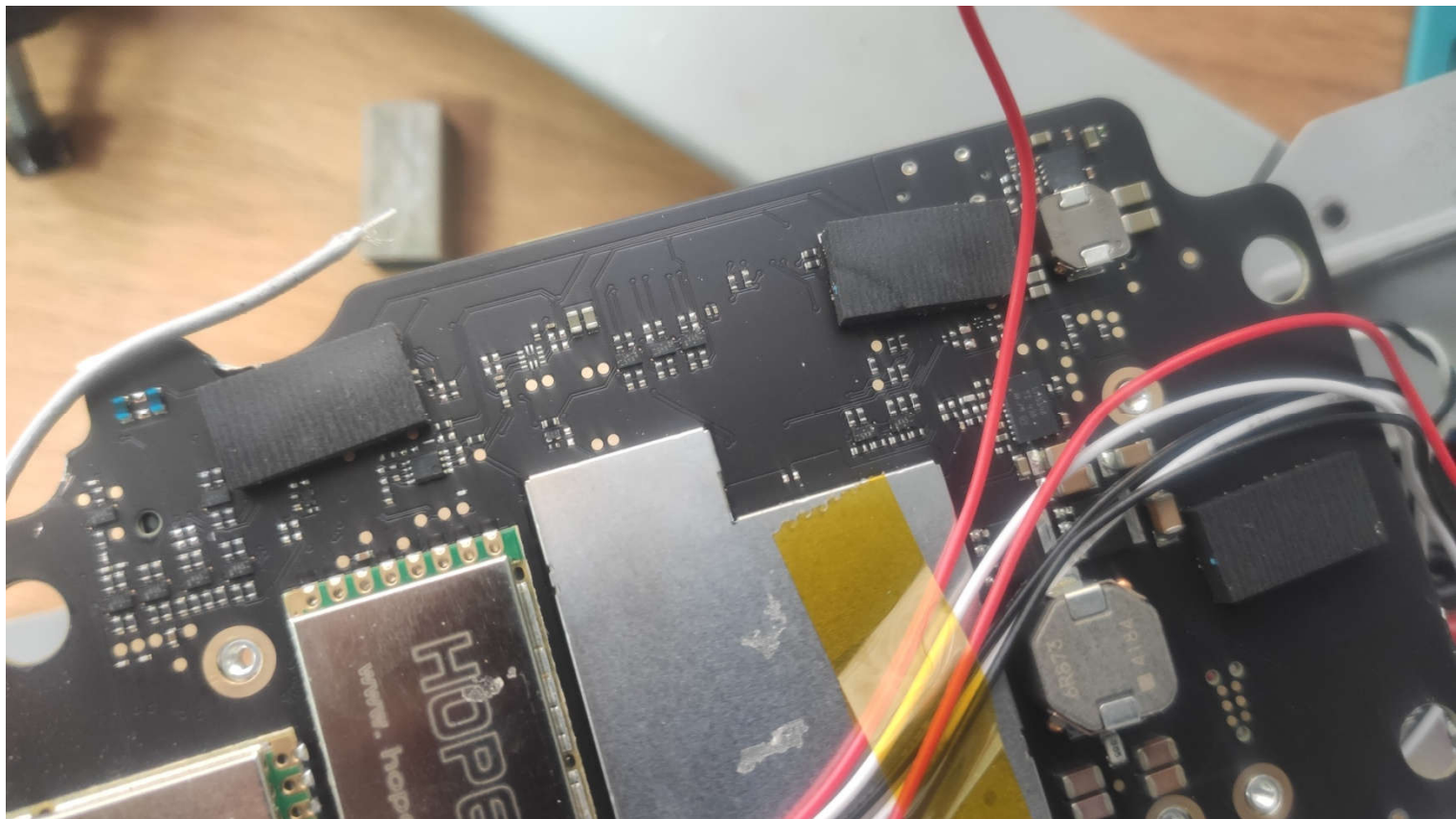
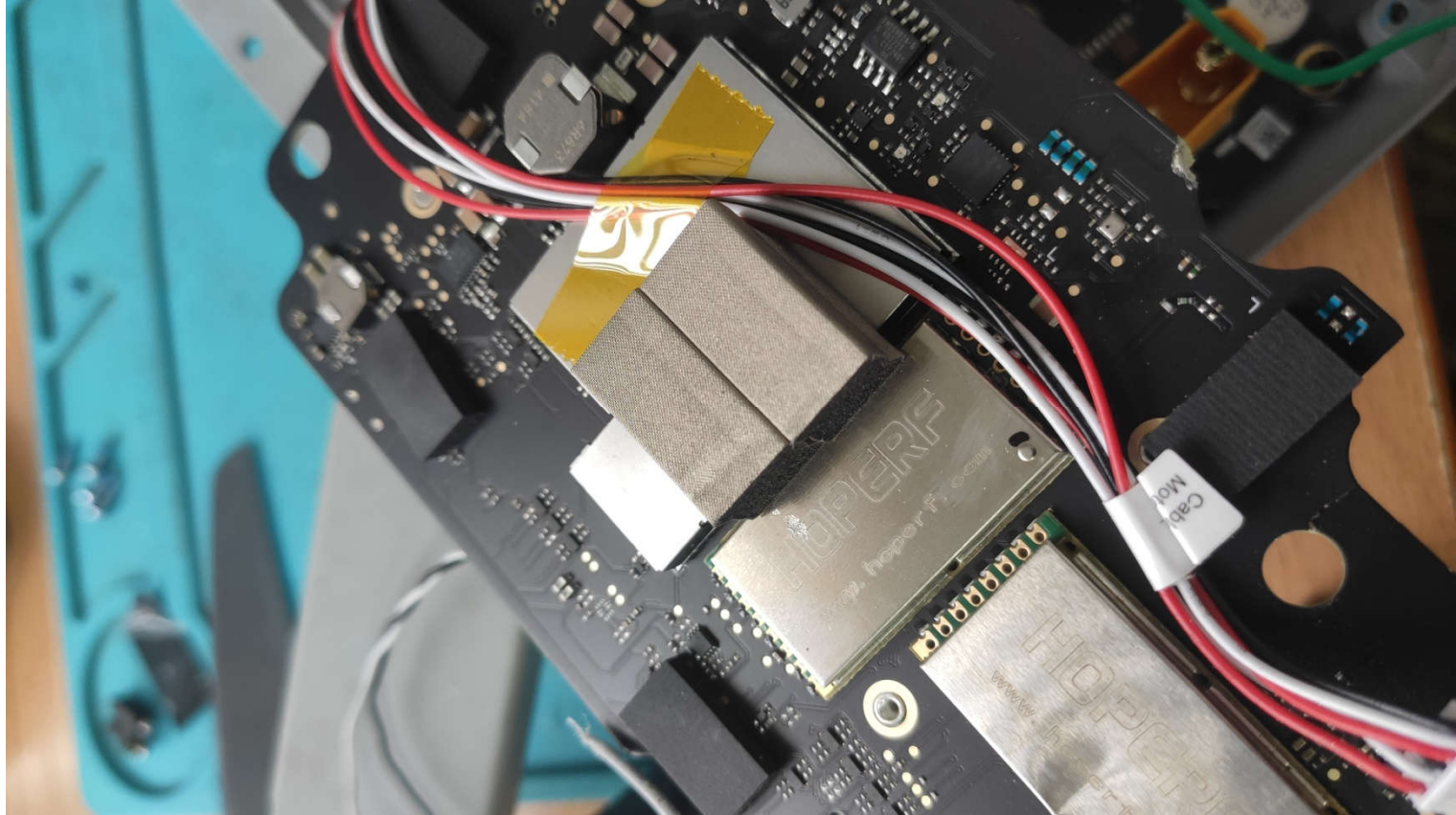
Специфическое и несовременное исполнение соединений, без полиамидных шлейфов – не является ошибкой или указанием непрофессионализма, скорее наоборот, на опыте обслуживания дронов в период войны был учтён опыт больших проблем с эксплуатацией шлейфов, большие сложности в масштабировании проекта на другие размеры рамы и новые блоки. Имеющееся решение позволяет применять эту платформу с разным типом корпусов, рам, камер, имея простой конструктор. Это крупный задел на большой период времени.



На фото видны провода инициатора, запаянные на главную плату уже после изготовления дрона и предположительно выполнены в полевых условиях. Для взведения инициатора задействован сигнал PWM с одного из портов полётного контроллера.

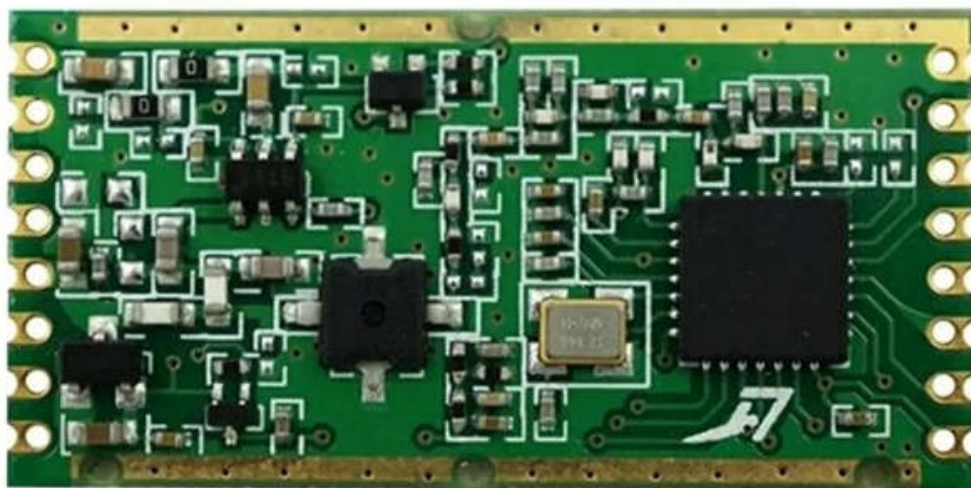
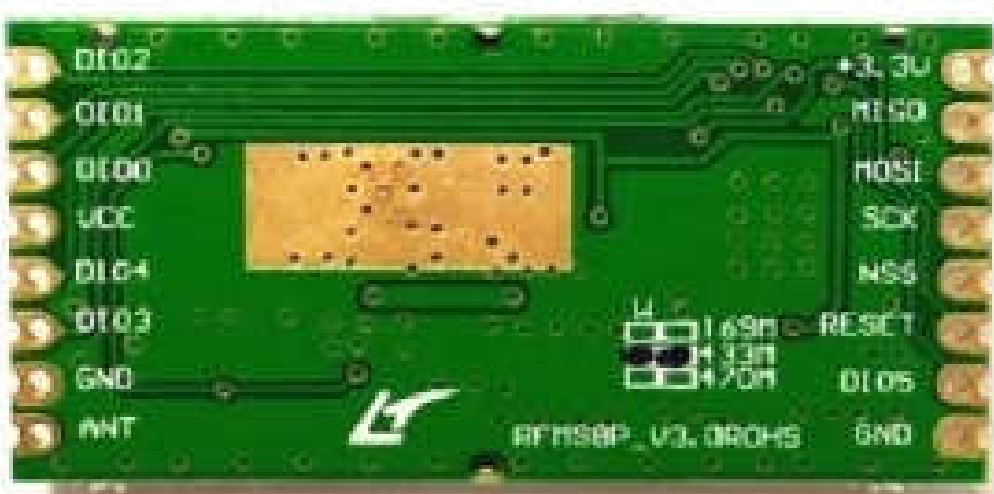


Основная плата. Вид снизу. На плате расположены два модуля связи HoperRF LoRa канала управления дрона, акселерометр, барометр, вся периферия входных и выходных цепей. Под крышкой расположен основной полётный контроллер управляющий дроном, съёмный модуль Qualcomm QCS5430 (SOM) обслуживает более сложные задачи ориентации и распознавания.



Для связи канала управления применены два независимых модуля фирмы HOPERF типа RFM98PW/RFM95PW. Маркировка у таких модулей находится снизу и точкой отмечен рабочий диапазон.

Модули могут работать в режиме приёма команд управления (радиомолчания), двунаправленного обмена данными с передачей телеметрии, групповой работе в составе MESH_MONET сети совместно с множеством наземных и воздушных объектов, возможна взаимная координация роя БПЛА при наличии спутниковой навигации или определённого алгоритма в последовательном движении.



Модули достаточно мощные на передачу и имеют не менее +27дБм (0,5Вт) на диапазоне 169МГц и не менее +30дБм (1Вт) на диапазонах 433-470МГц.

Диапазон каналов передачи (TX)

parameter	conditions	minimum	typical	maximum	Unit
TX frequency range	169 MHz band,	159	-	175	MHz
	433 MHz band,	410	-	450	
	470 MHz band,	450	-	490	

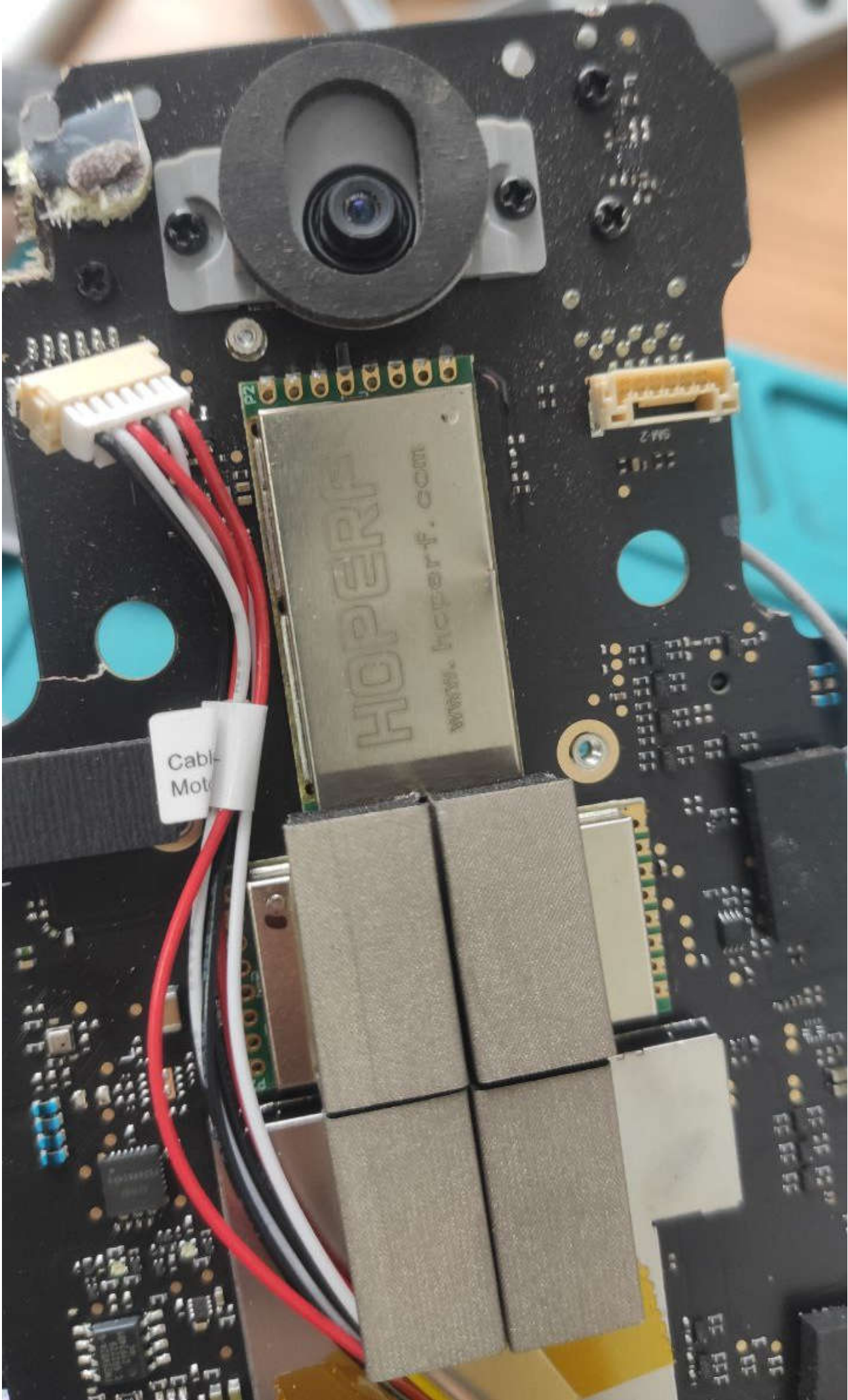
Диапазон каналов приёма (RX)

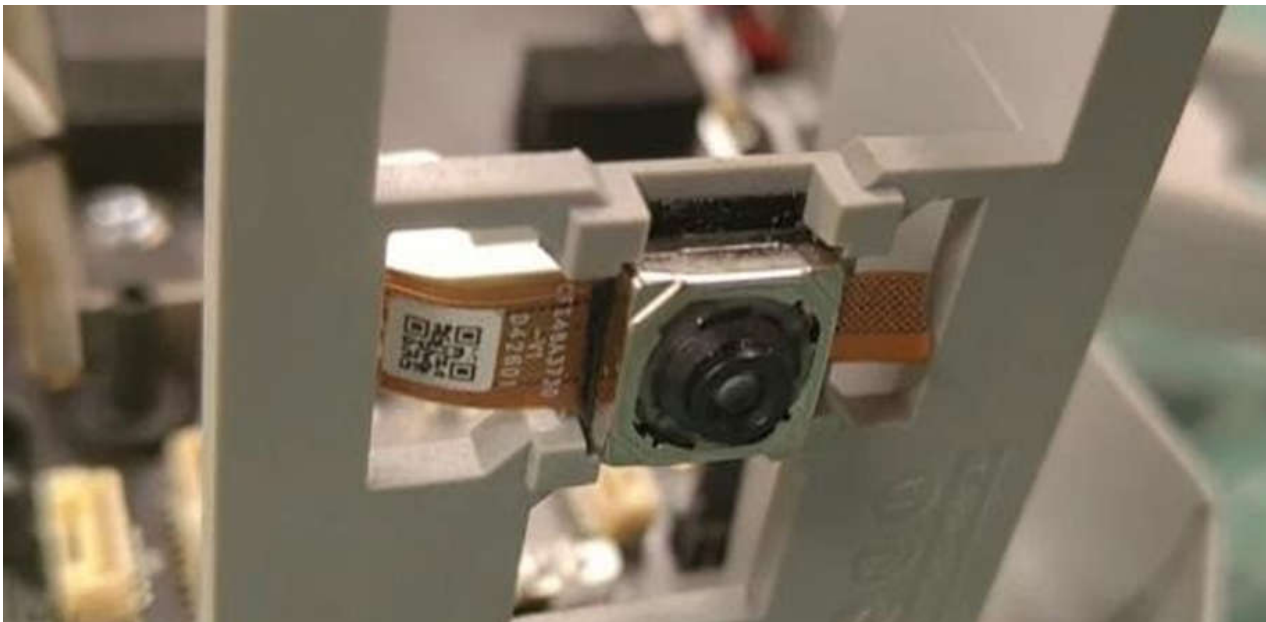
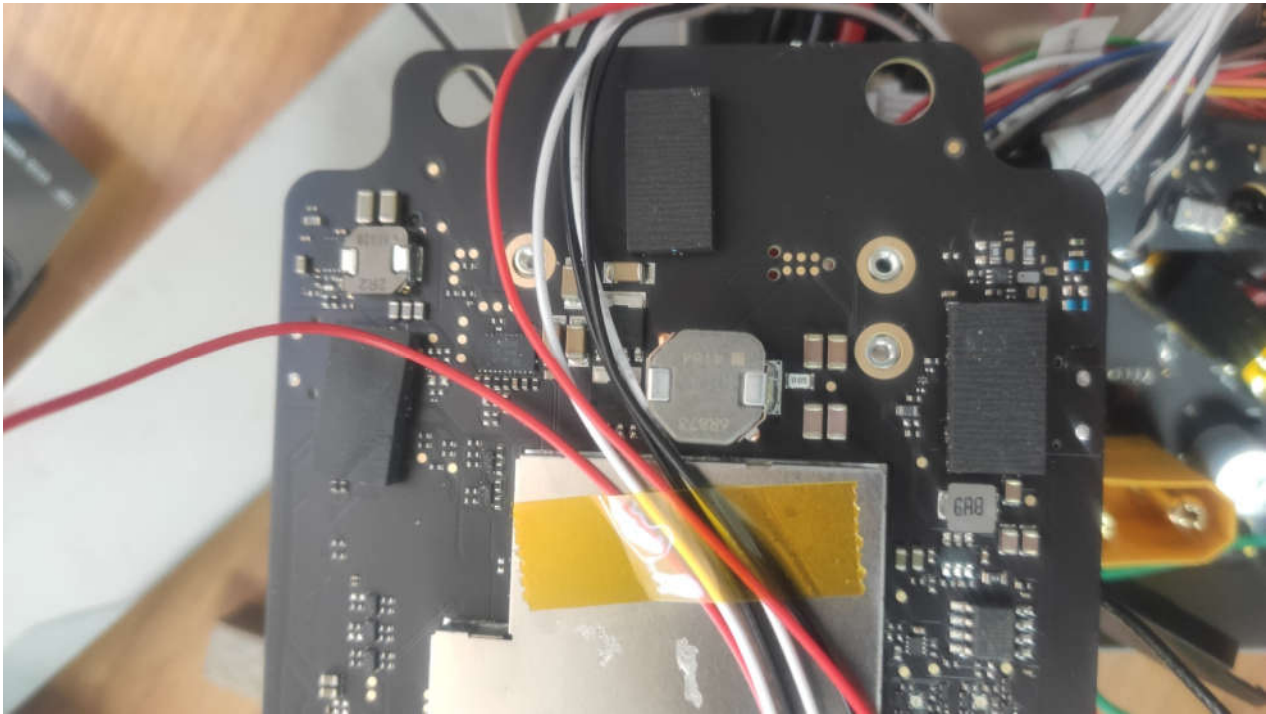
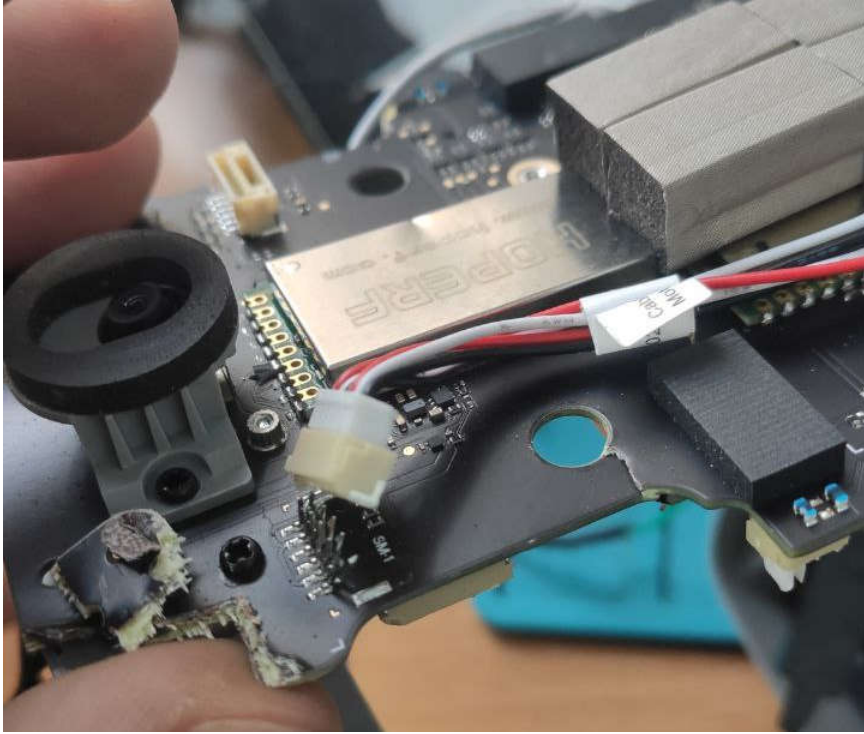
parameter	conditions	minimum	typical	maximum	Unit
TX frequency range	169 MHz band,	159	-	175	MHz
	433 MHz band,	410	-	450	
	470 MHz band,	450	-	490	

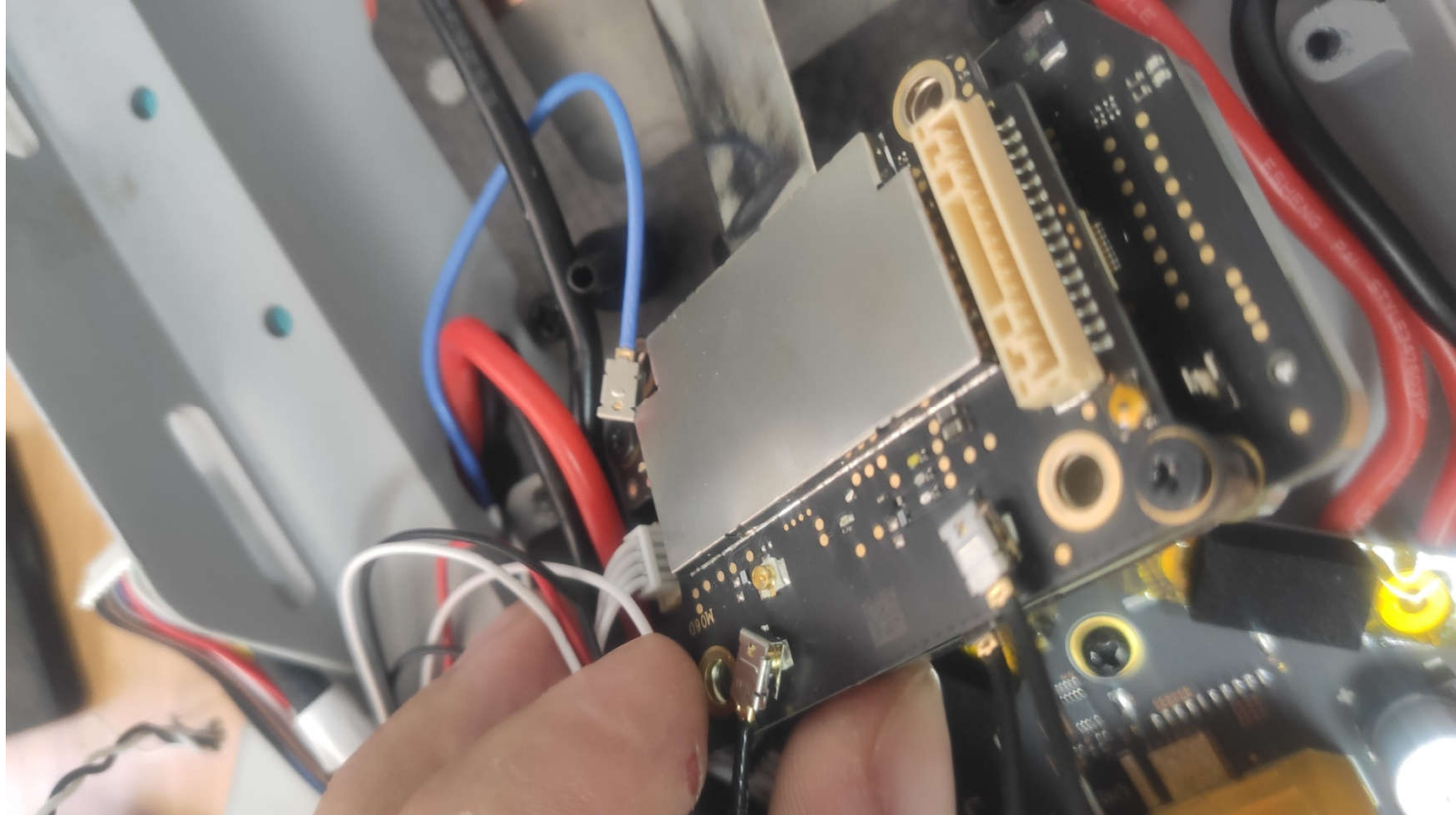
Указанные диапазоны являются базовыми и в них модули наилучше согласованны и вероятно так и используются в дроне , однако это НЕ мешает программно выйти за пределы частот с некоторым ухудшением параметров, сами микросхемы SX1276 это позволяют. Возможные пределы 134-175МГц и 380-525МГц соответственно.

Антенны дрона для этих модулей, по надписям на них, имеют центральные частоты 169МГц и 470МГц

Внешние цепи ВЧ полосовых фильтров низкого порядка заложены на главной плате, но не использованы и установлены перемычки.



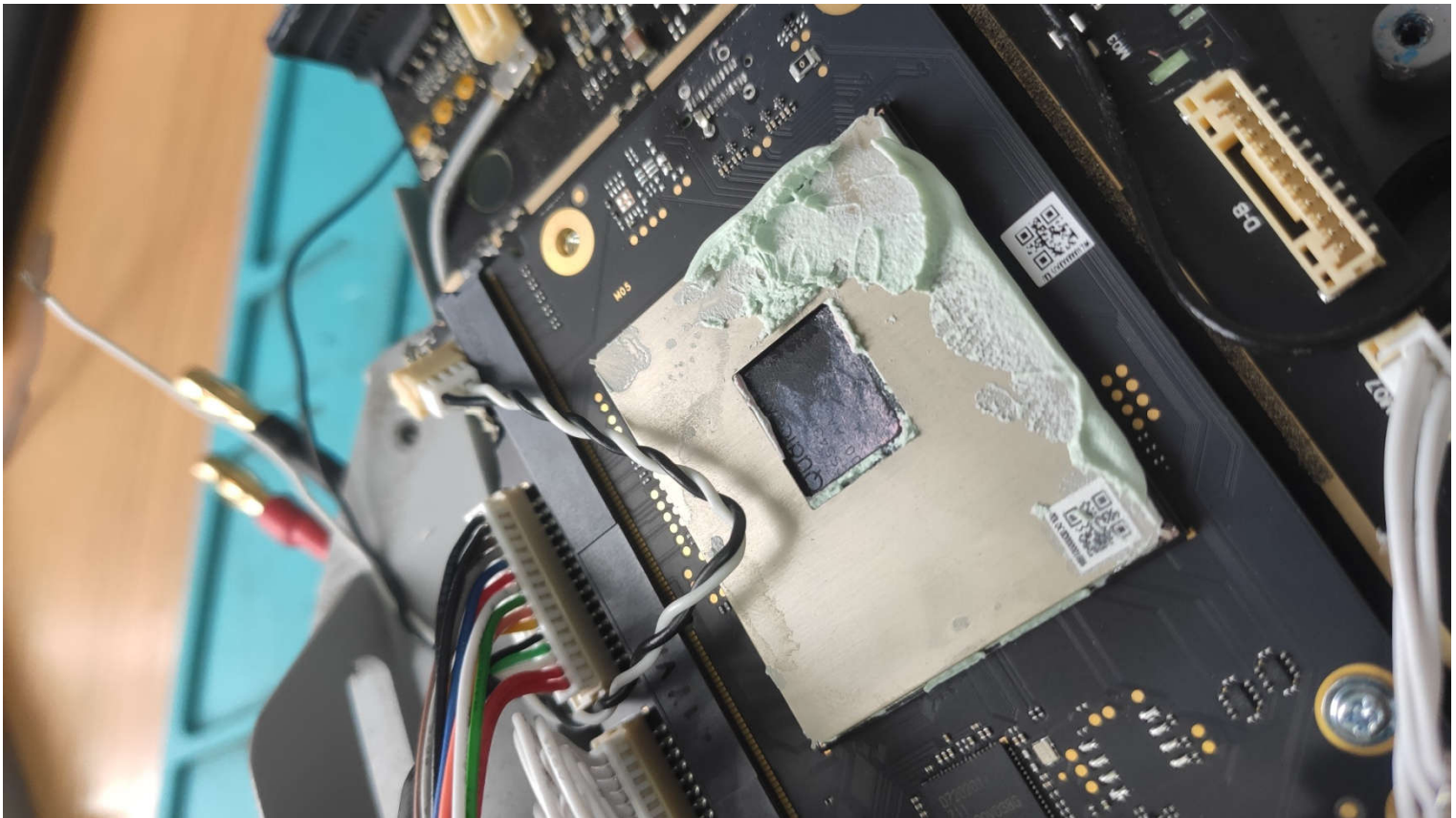
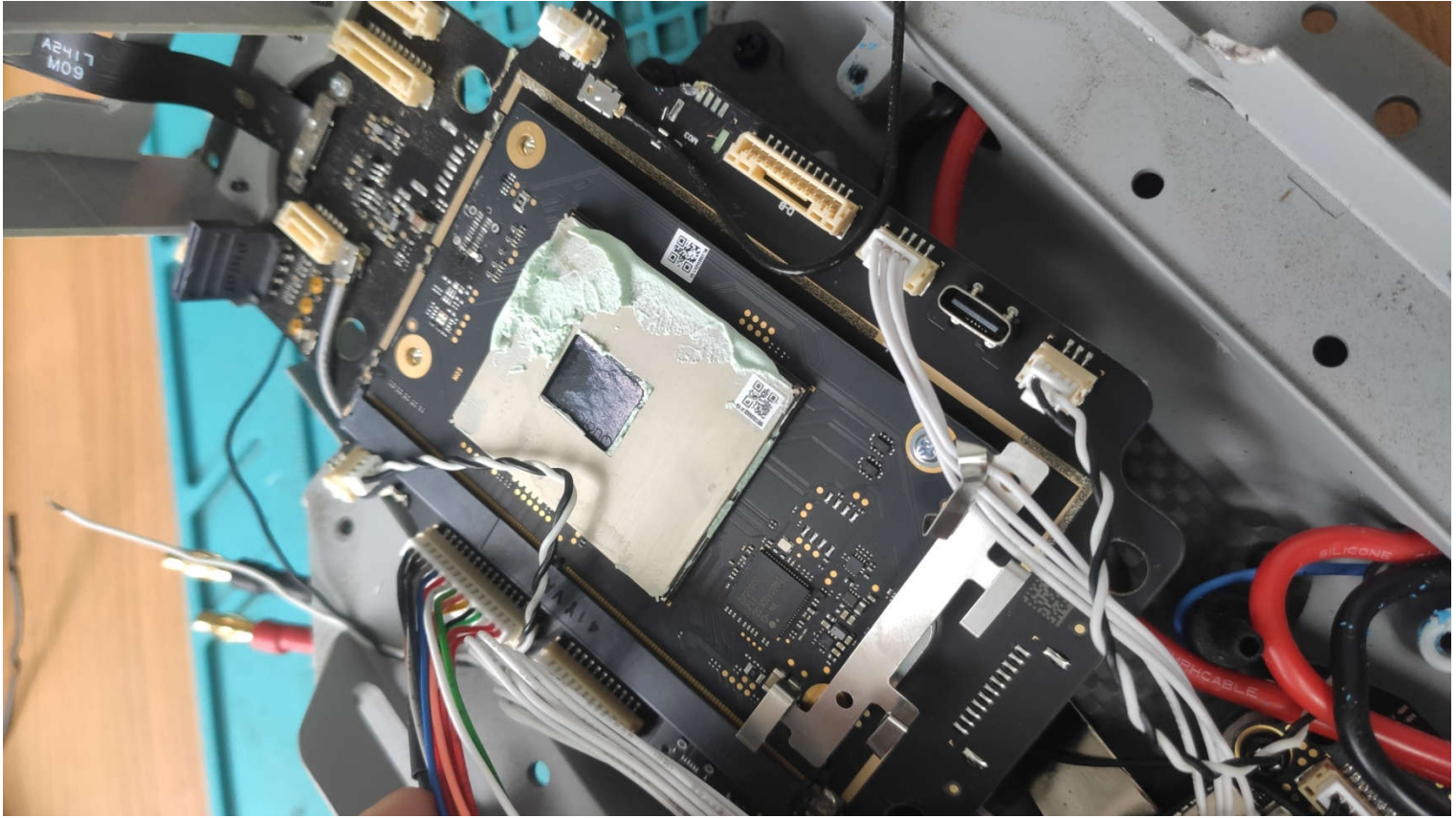


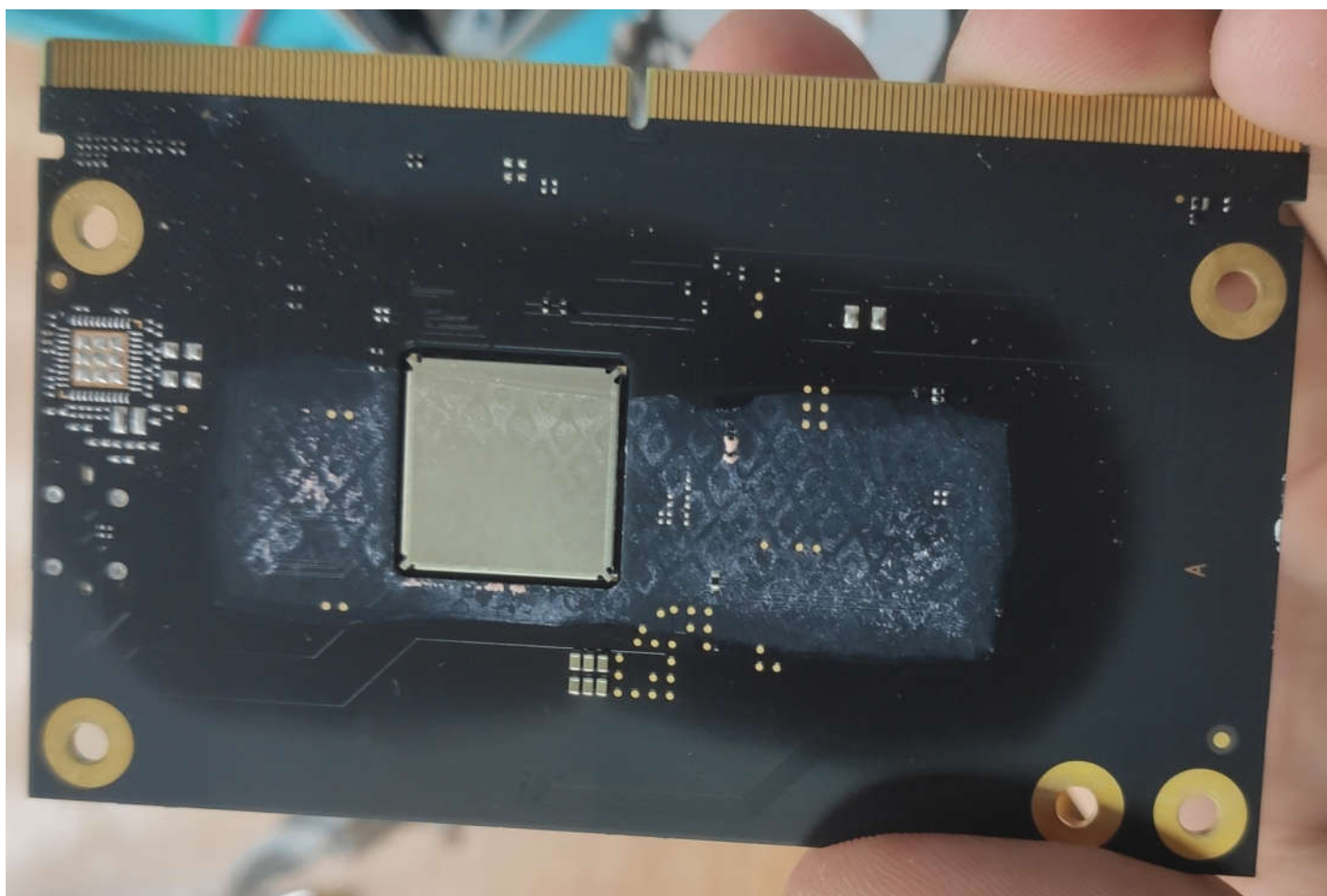


На главной плате установлен специфический вертикальный разъем MicroSD карты типа PJS008U-3000-0 производства фирмы Yamaichi Electronics который больше никем в Мире не производится и чаще встречается у европейских поставщиков компонентов.

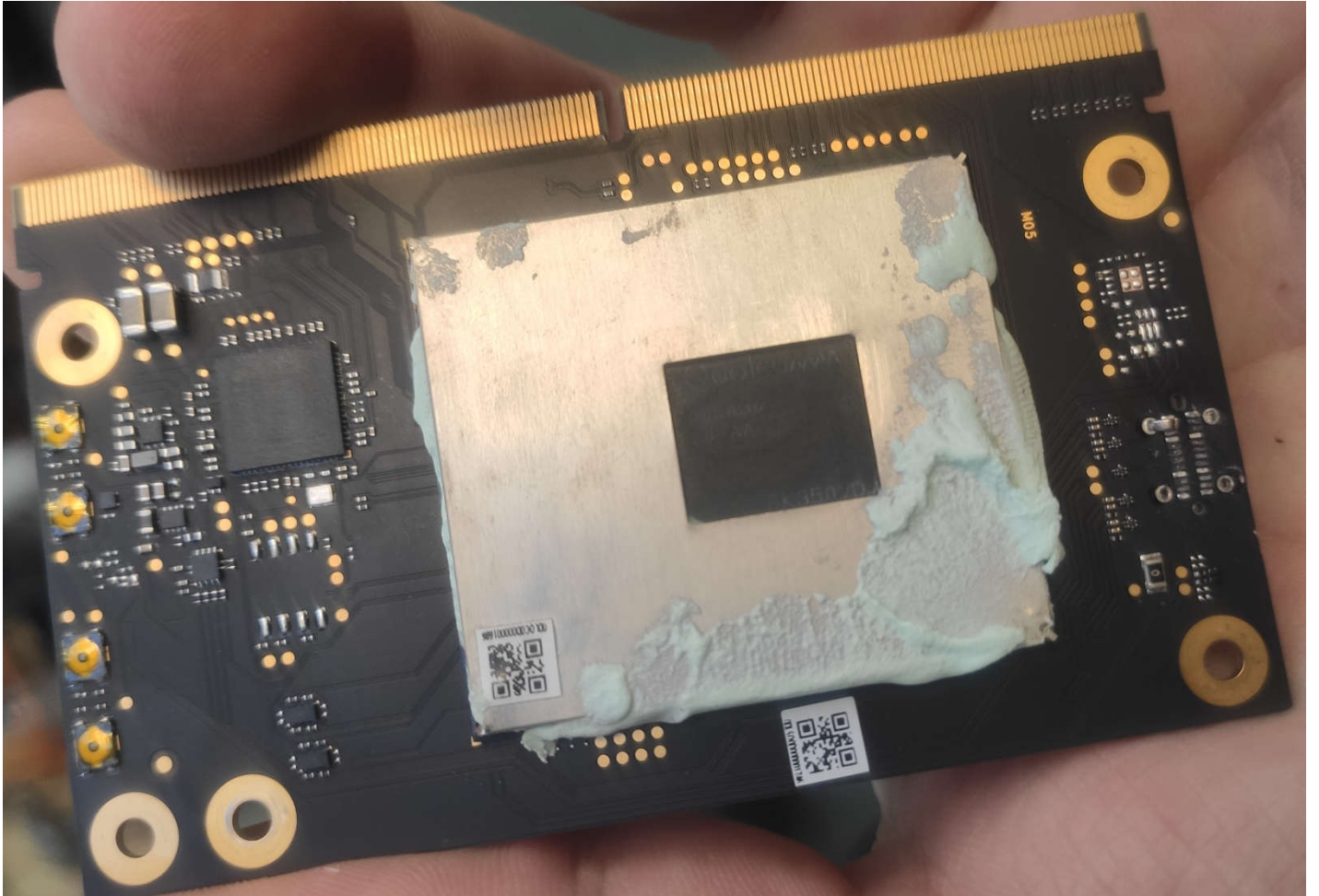
В дронах карта MicroSD не была установлена. Это именно MicroSD карта, а не SIM карта, как указывали некоторые специалисты.

Главная плата с установленной мезонинной платой компьютера (SOM). Нужно обратить внимание, что все внутренние разъёмы на всех платах USB-C скрыты внутри корпуса и не рассчитаны на подключение в полевых условиях. Это означает, что конфигурация, загрузка полётного задания, образов объекта для распознавания и карт местности выполняется исключительно по радиоканалу (каналу передачи видео и телеметрии. Он высокоскоростной и двунаправленный). Технические параметры радиоканалов описаны ниже.

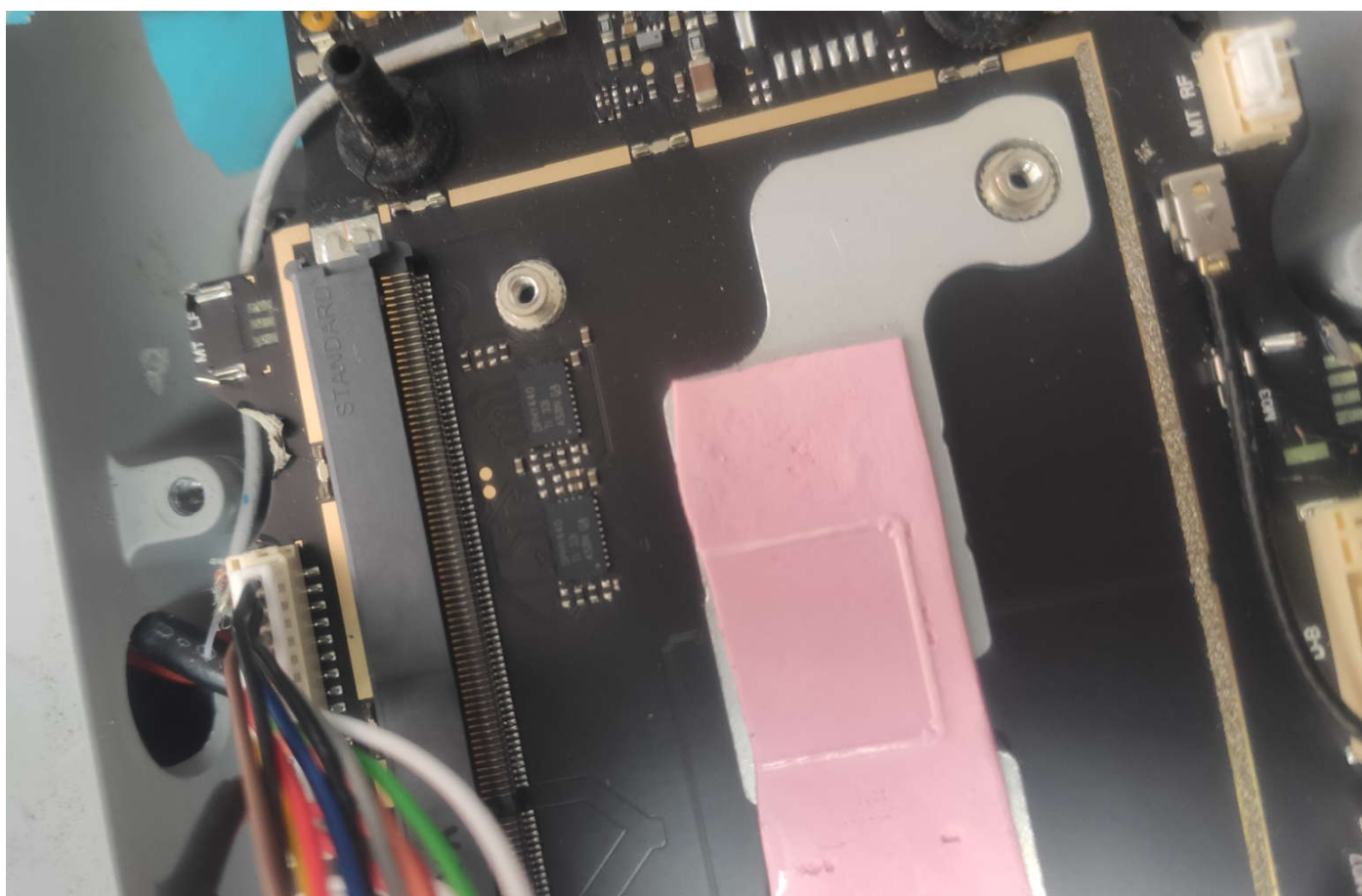
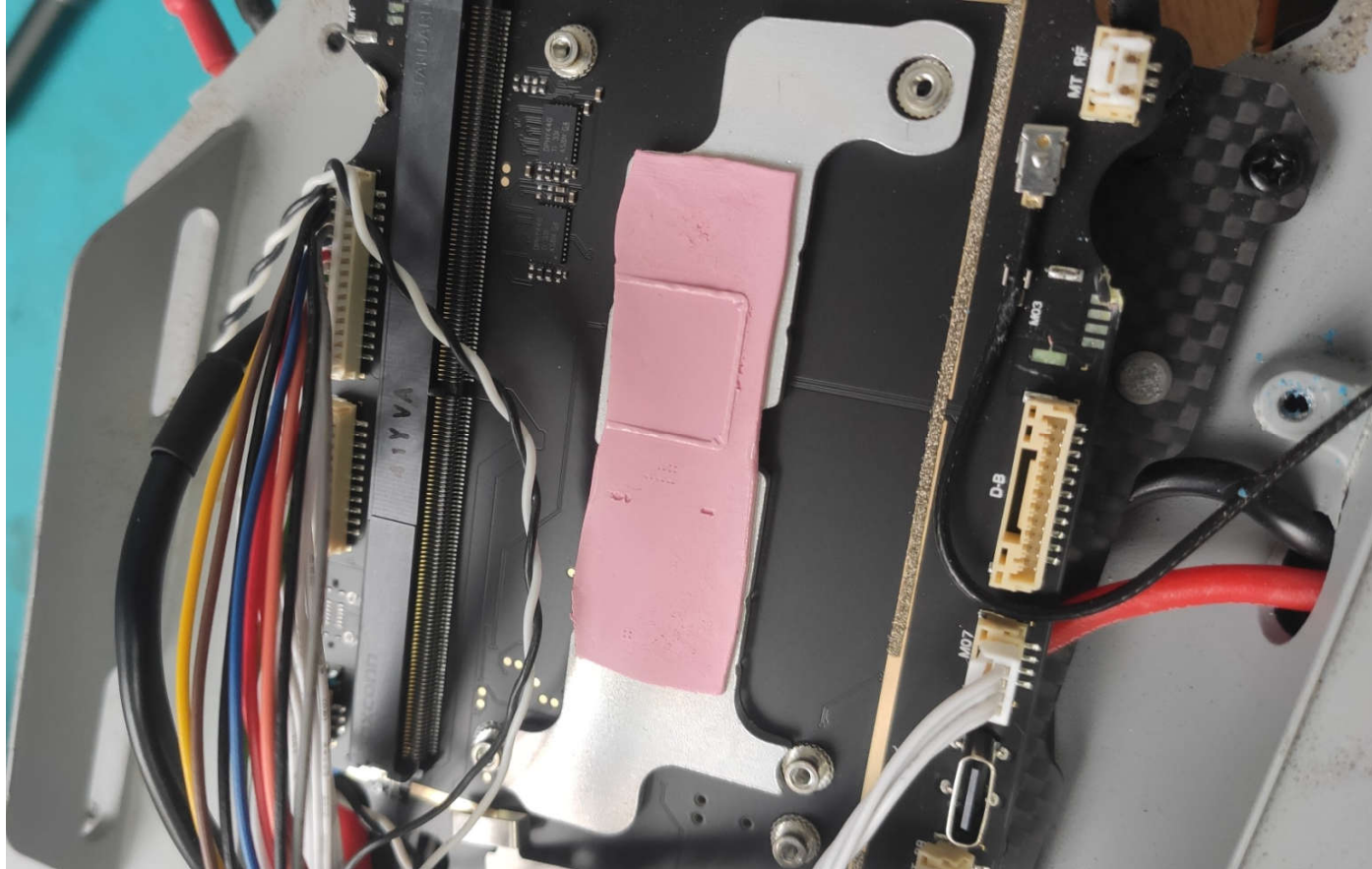




Судя по общему подходу к выбору компонентов и особенностям дизайна топологии мезонинной платы – вероятно она разработана теми же разработчиками, что и остальные платы дрона и является оригинальной.

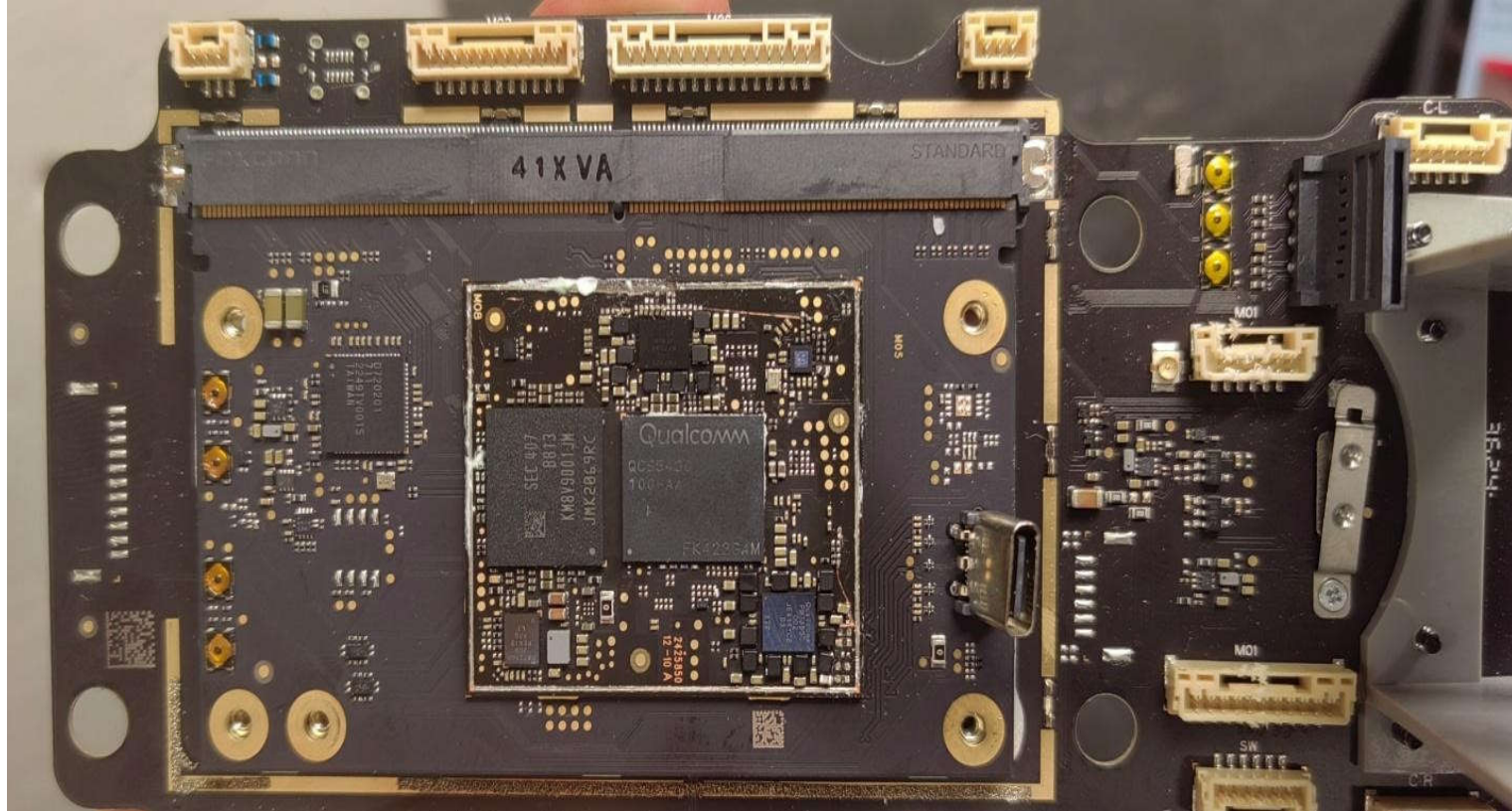


Мезонинная плата с модулем компьютера (SOM)



Странноватая попытка объединения источников тепловыделения на главную плату и потом попытки переноса тепла на нижнюю крышку дрона из алюмо-магниевого сплава, потому, как тепловой контакт главной платы с нижней крышкой незначительный и недостаточно теплопроводных прокладок.





В качестве системы навигации и распознавания и автозахвата цели применён модуль на базе Qualcomm QCS5430 — это система на кристалле (SoC), предназначенная для использования в продвинутых приложениях для вычислений и связи, средах умных устройств.

Характеристики:

CPU: шестиядерный Kryo 670 с 2 ядрами Gold Plus (Cortex-A78) частотой до 2,4 ГГц и 4 ядрами Silver (Cortex-A55) частотой до 1,8 ГГц.

GPU: Adreno 643L с частотой 812 МГц, поддерживает OpenGL ES 3.2, DirectX FL 12, OpenCL 2.0 и Vulkan.

DSP: 1,4 ГГц Hexagon DSP с двойными HVX и 4K HMX.

VPU: Adreno 642 VPU, поддерживает декодирование до 4K60 для H.264/H.265/VP9, кодирование до 4K30 для H.264/H.265; поддержка воспроизведения HDR10 и HDR10+.

ISP: Dual SpectralISP, поддерживает до 22+22 МП камер, захват видео 4K на 30 fps, замедленное движение 720p на 960 fps.

AI: 3,5 TOPS, масштабируемая архитектура ИИ, машинное обучение на устройстве, двухъядерный процессор ИИ, аудио ML DSP.

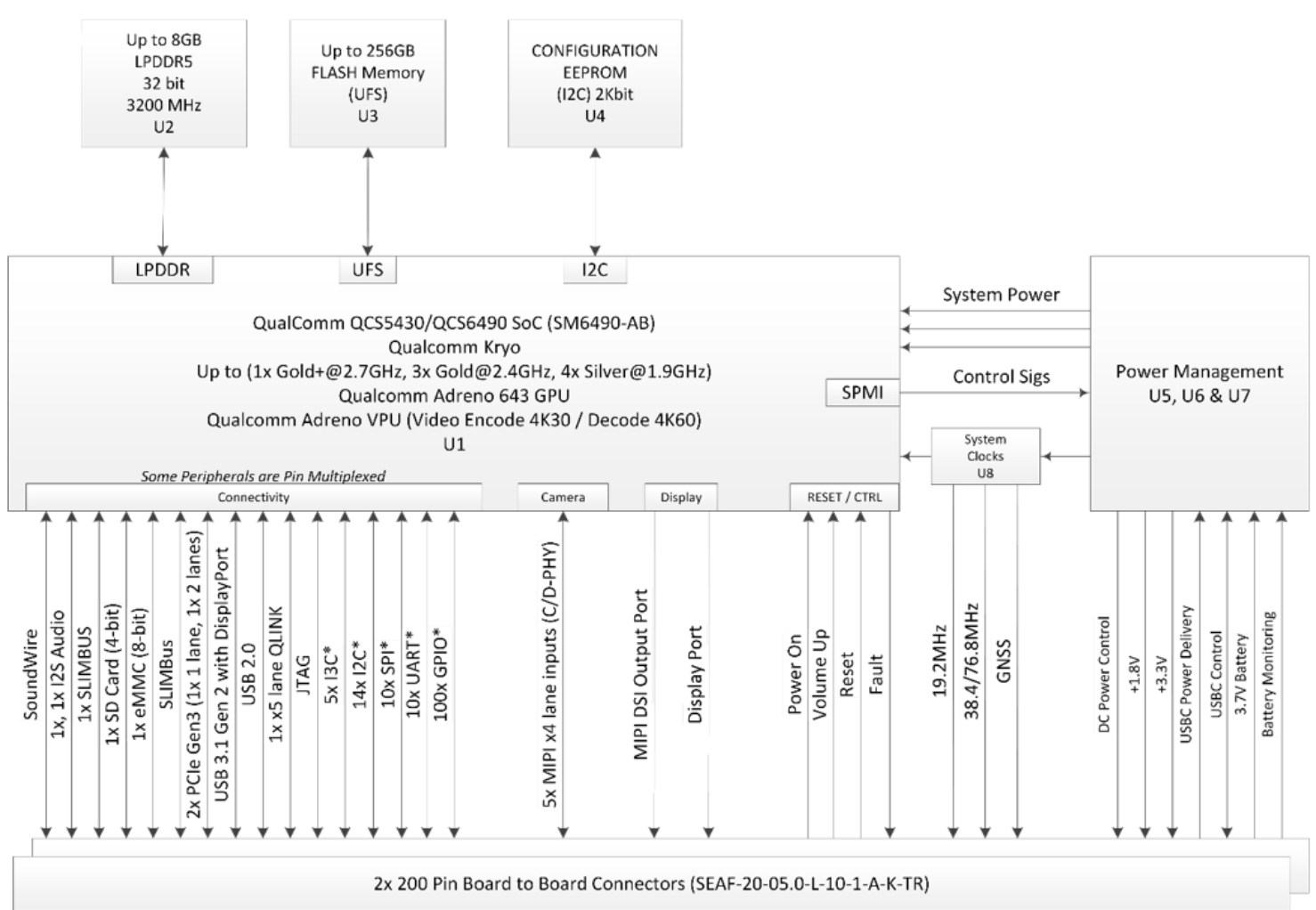
Память: припаянная LPDDR5-6400 память, до 12ГБ (32-битный интерфейс, 2 канала).

Хранение: наборный диск eMMC 5.1, до 64ГБ (устройство загрузки).

QCS5430 предназначена для использования в различных умных устройствах и подключённых приложениях, включая корпоративные решения, промышленную автоматизацию и высокопроизводительные вычисления. Данный чип является популярным и на нём в Мире производятся различные встраиваемые модули.

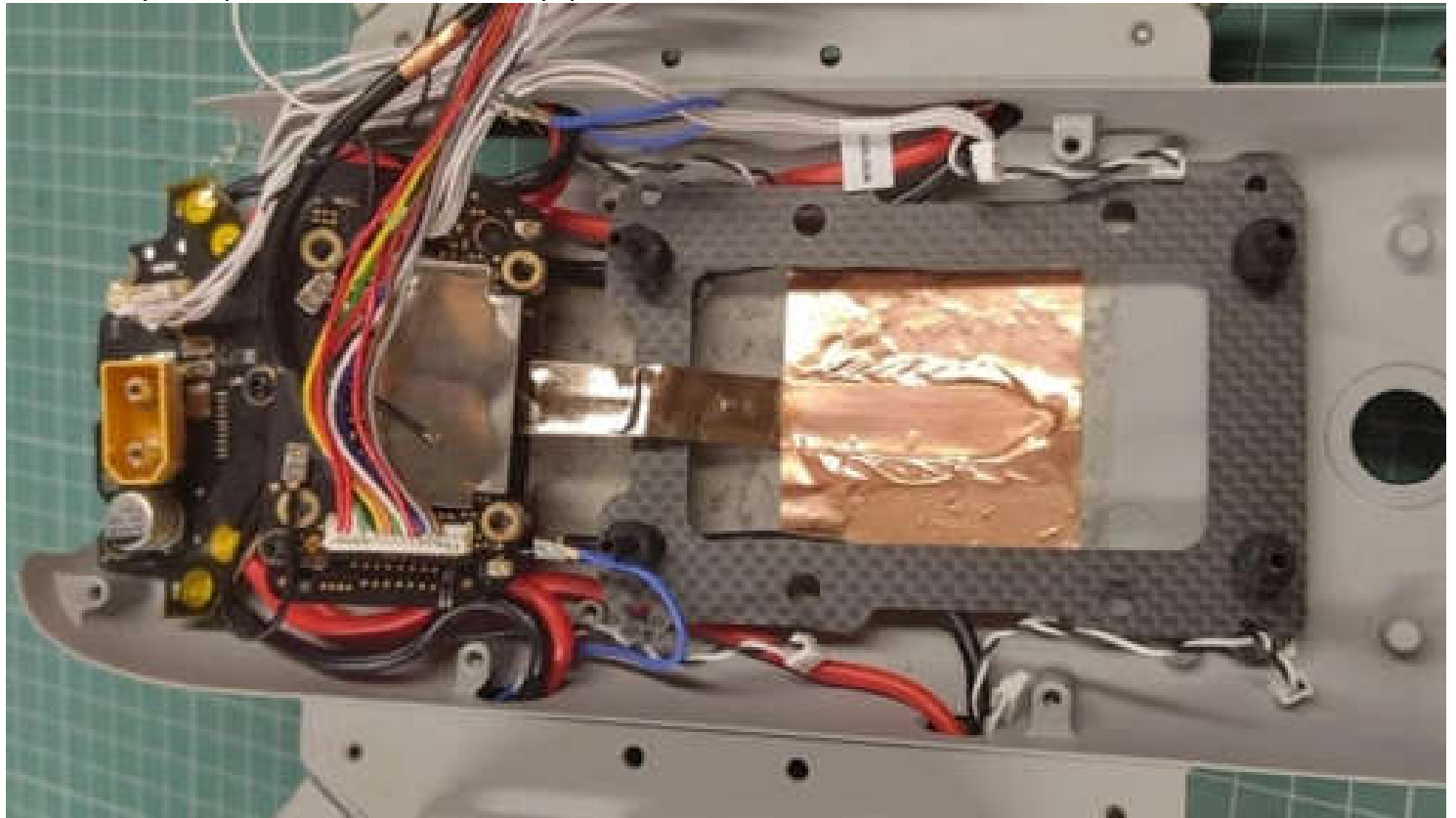
Применённый модуль напоминает TurboX C5430P SOM (System on Module)

Плата вычислителя на который смонтирован SOM по дизайну очень сходна с остальными платами, что подчёркивает заложенную системную гибкость в выборе производителей SOM и более быстрым изменениям, ведь производство SOC и SOM имеет намного меньшие сроки жизни, чем промышленные и военные решения.

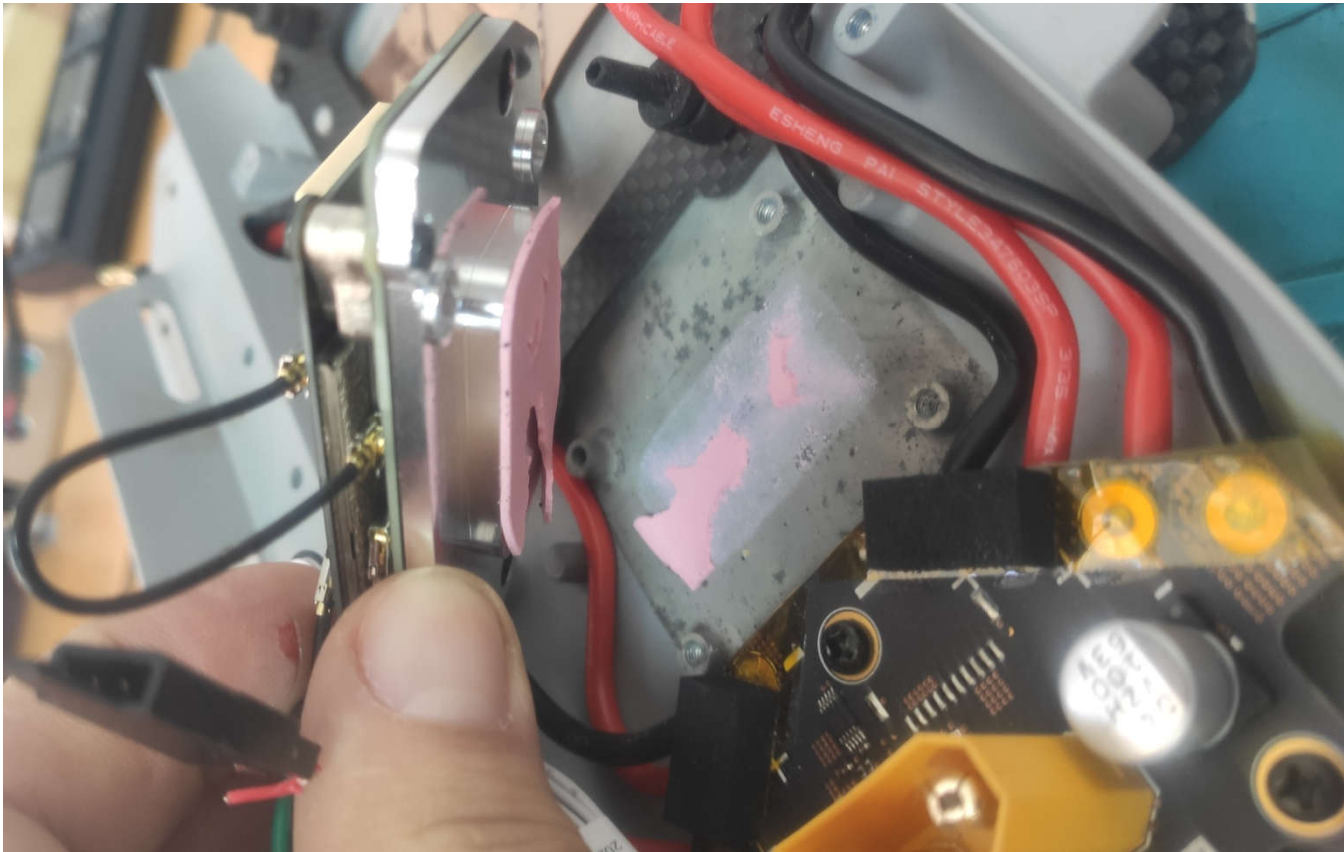
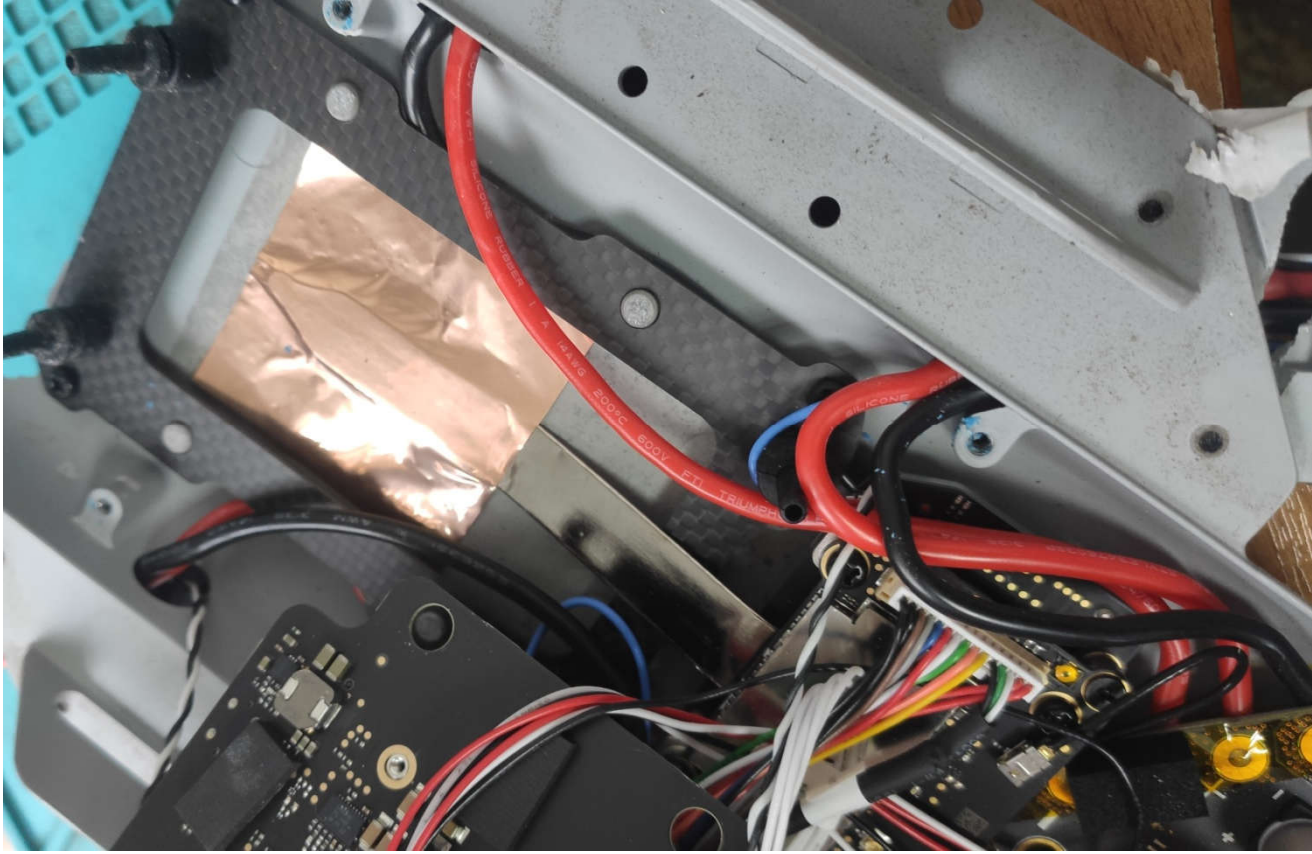


Структурная схема модуля SOM (Qualcomm QCS5430)

Радиомодуль передачи видео и канала управления.

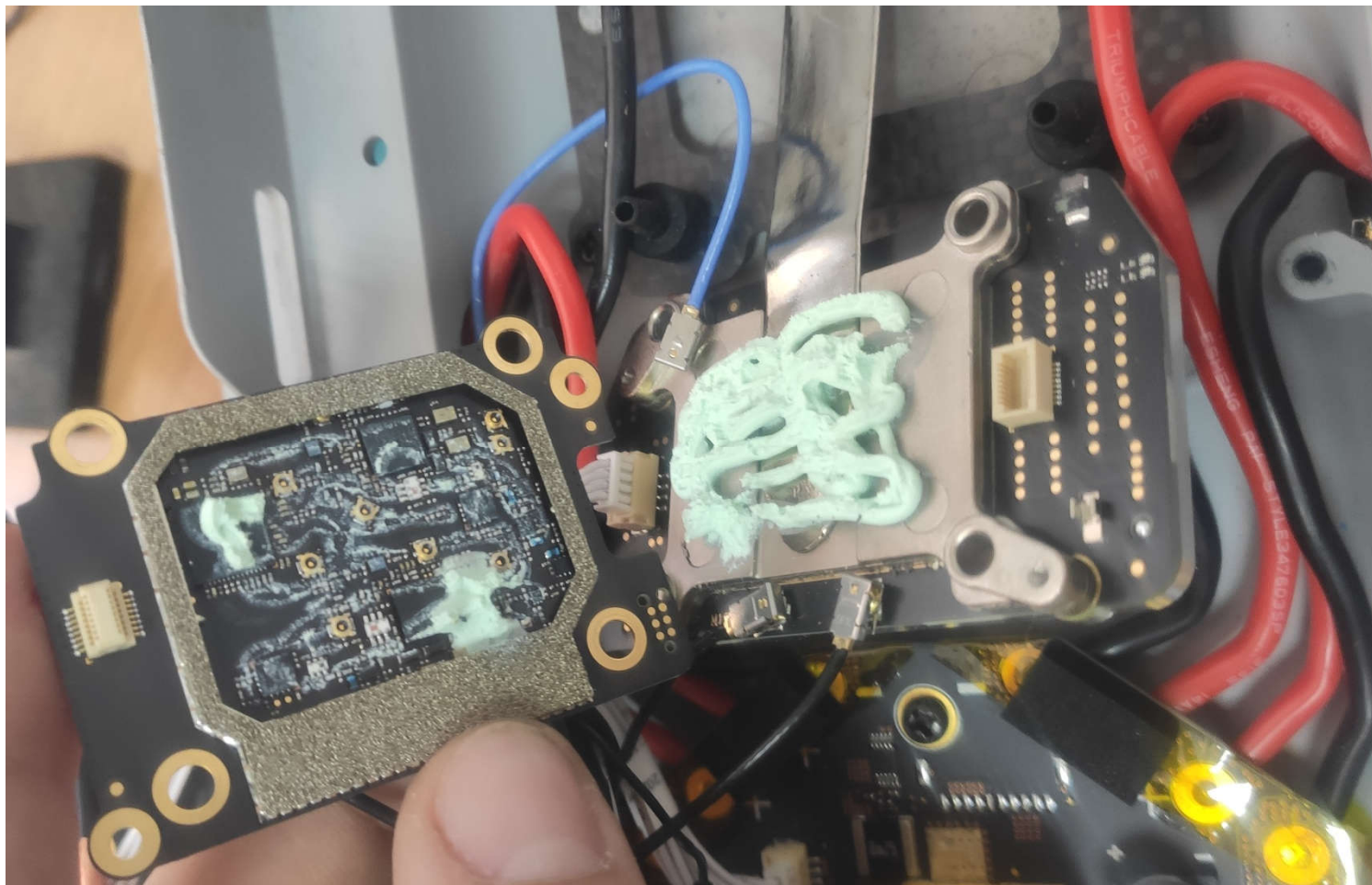
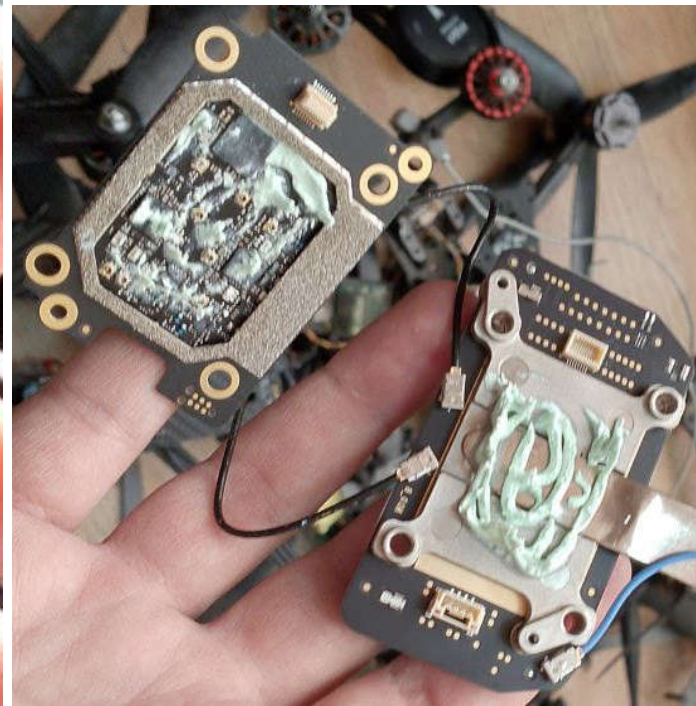
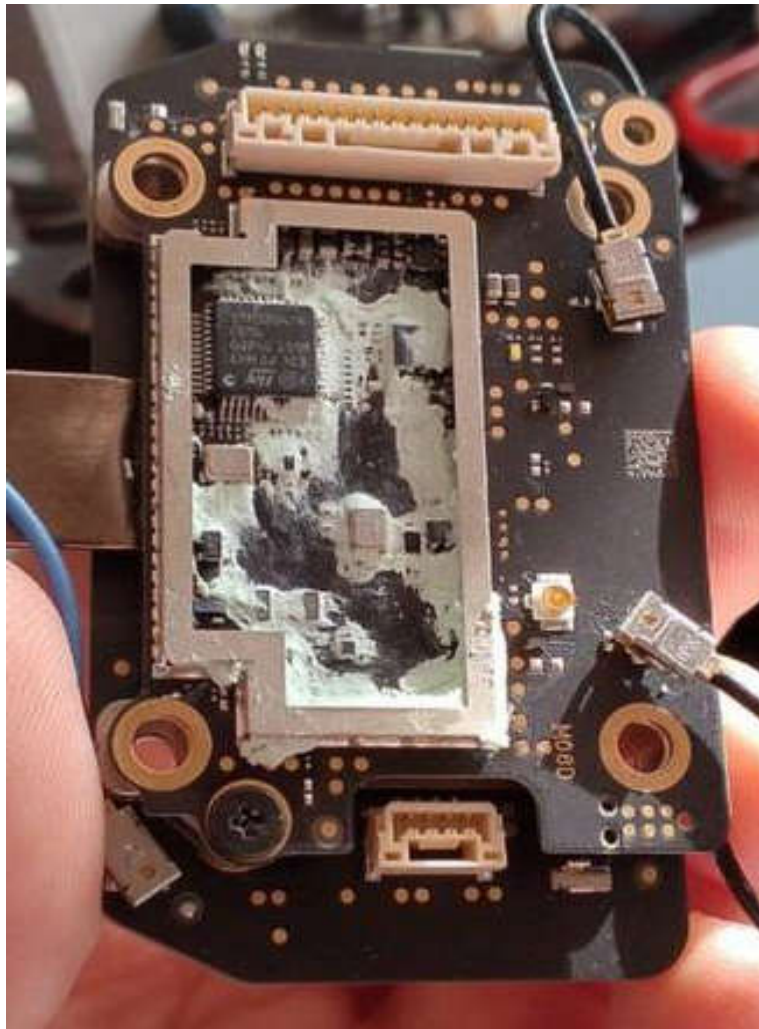


Теплопровод радиомодуля многоканальной скоростной передачи видео и канала управления (далее радиомодуль) выполнен из теплопроводной трубки приклеенной к нижней стенке металлического корпуса.



Вид сбоку сборки радиомодулей и термоинтерфейс к нижней металлической крышке.

Сборка радиомодуля. Под крышкой расположен микроконтроллер STM32F103 управляющий переключением каналов и режимами мощности сигналов.



Полноценный модем USB – WI-FI RTL8812 OFDM with BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, and 256QAM modulation. Convolutional Coding Rate: 1/2, 2/3, 3/4, and 5/6. Maximum data rate 54Mbps in 802.11g, 300Mbps in 802.11n and 866.7Mbps in 802.11ac.

OFDM receive diversity with MRC using up to 2 receive paths. Switch diversity used for DSSS/CCK. 5MHz / 10MHz / 20MHz / 40MHz / 80MHz bandwidth transmission

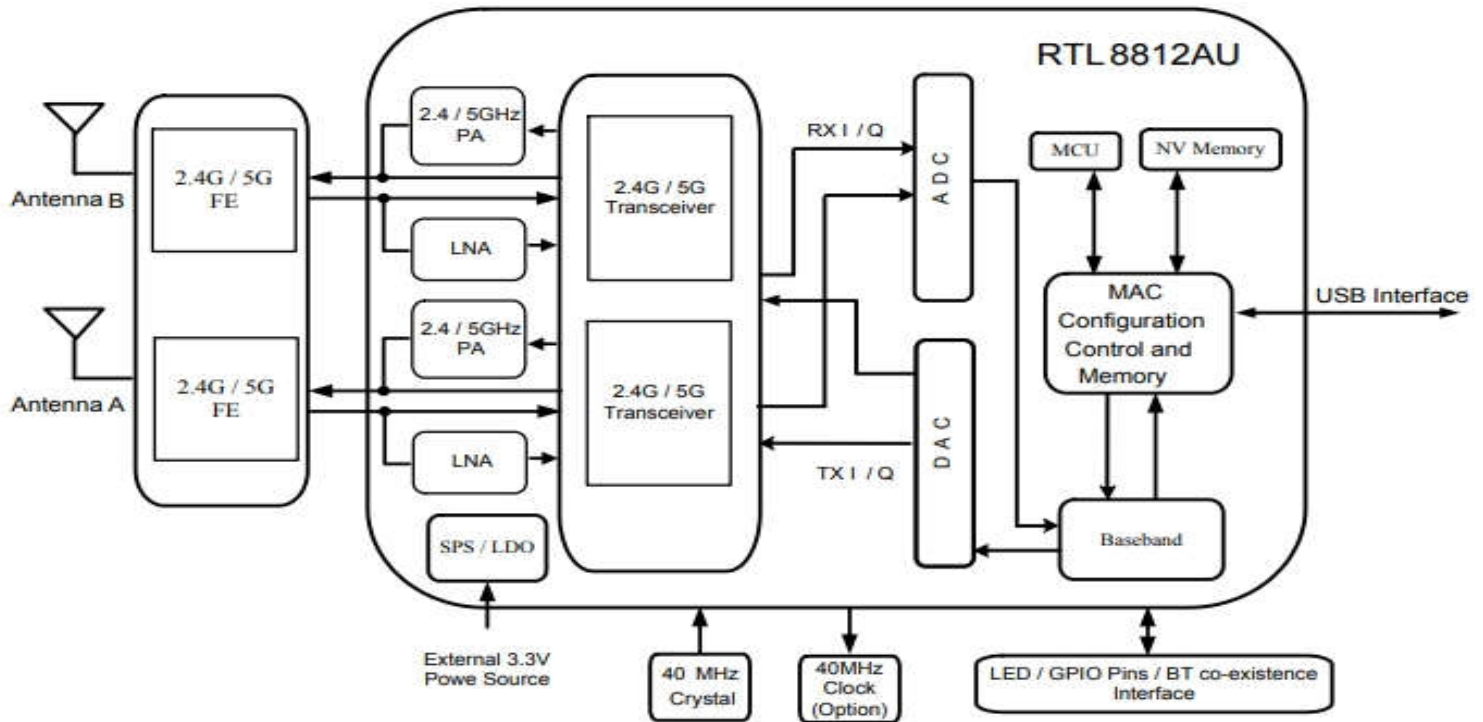
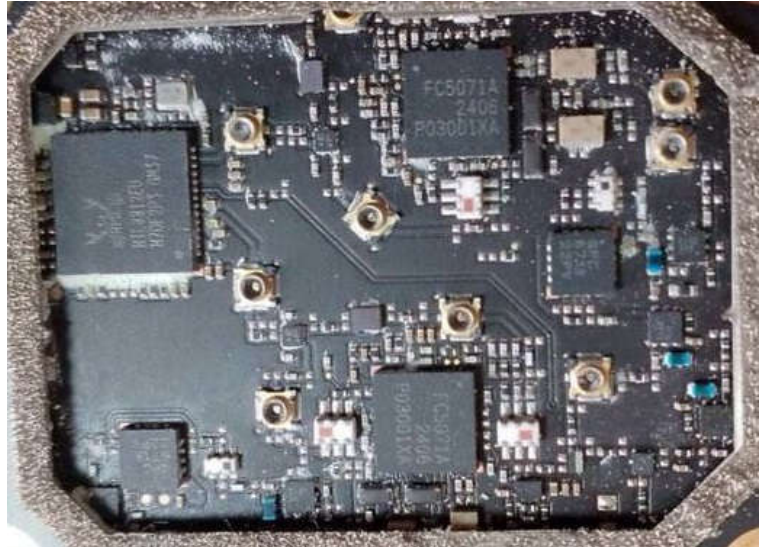
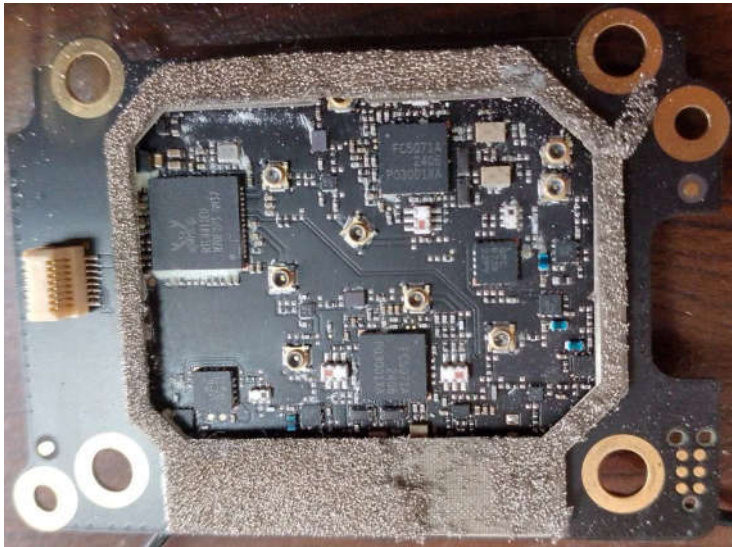


Figure 1. Dual-Band MIMO 2x2 Solution – RTL8812AU-CG (11ac 2x2 MAC/BB/RF + PA)



После RTL8812 включена микросхема сдвоенного смесителя с генератором и синтезатором частоты RFFC5071A. Для регулировки уровня сигнала применён управляемый дискретный аттенюатор QPC6713. Компенсация потерь преобразования и усиления приёма сигнала выполнены на микросхемах МШУ ф.Quorvo Сам модем и два независимых канала переноса частоты расположены на одной плате.

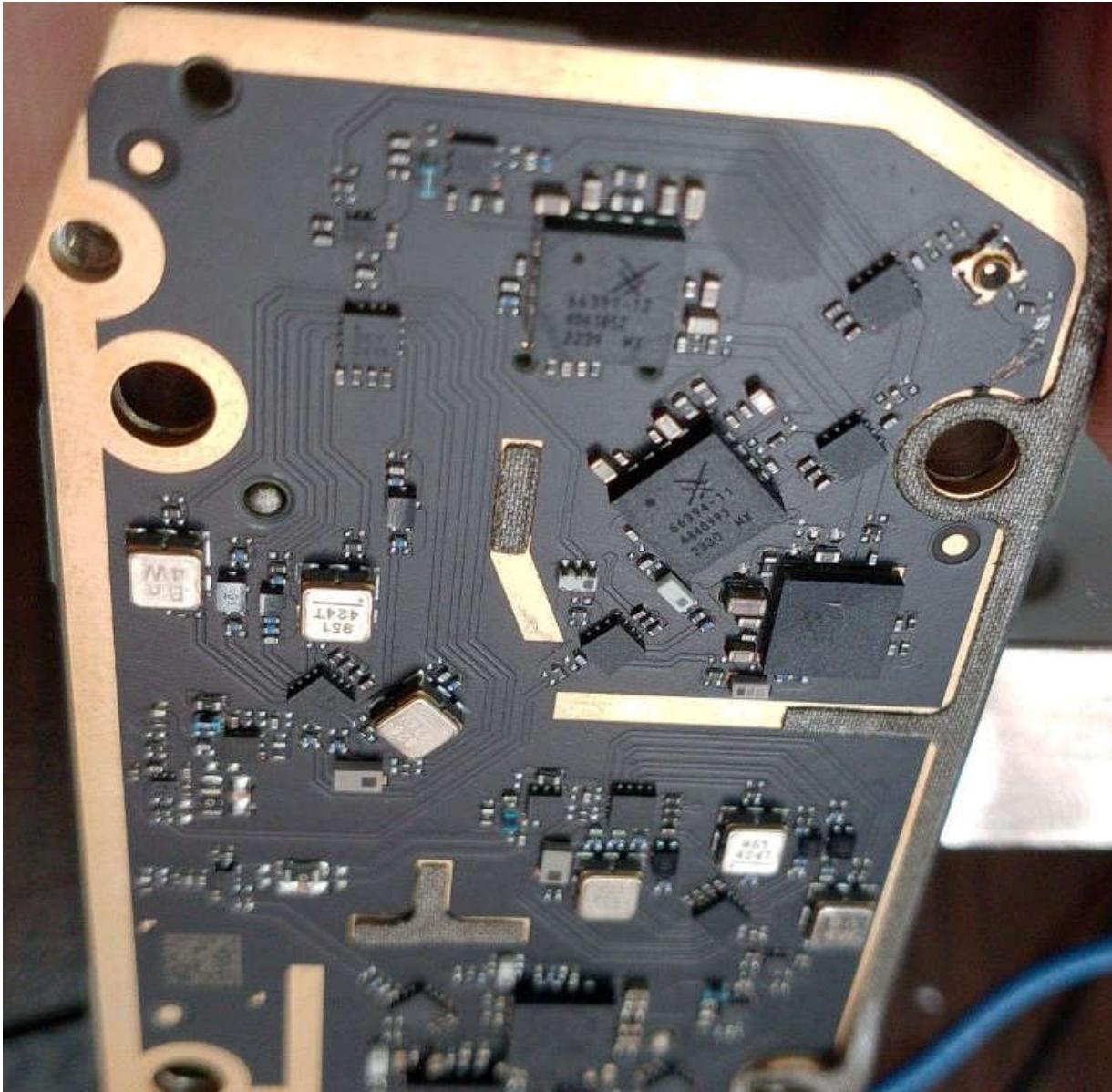
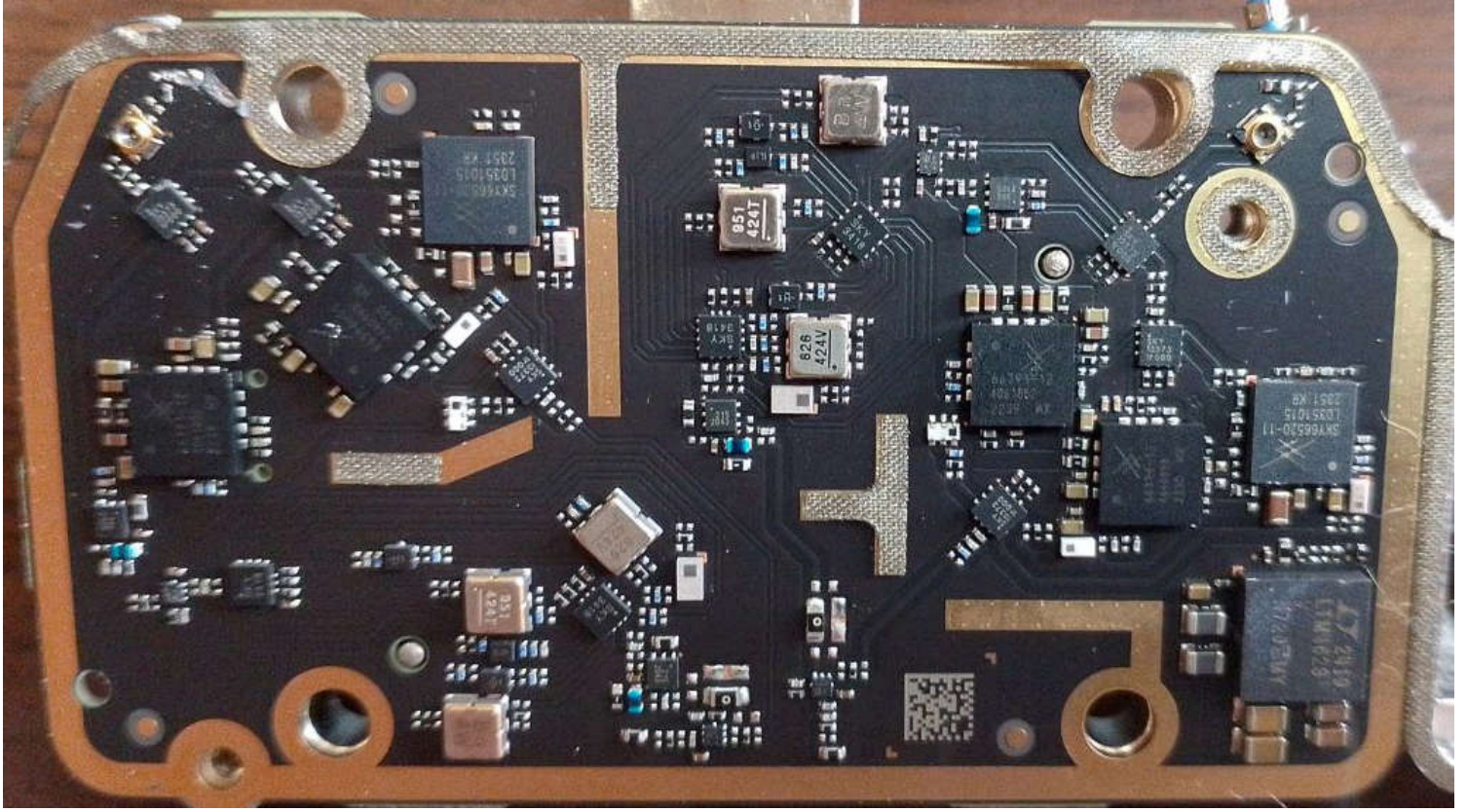
На второй плате расположены два одинаковых блока ВЧ коммутаторов SKY13317-373LF, SKY13418-485LF, переключаемых фильтров, усилителей мощности нескольких диапазонов, стабилизатор напряжения питания LTM8033.

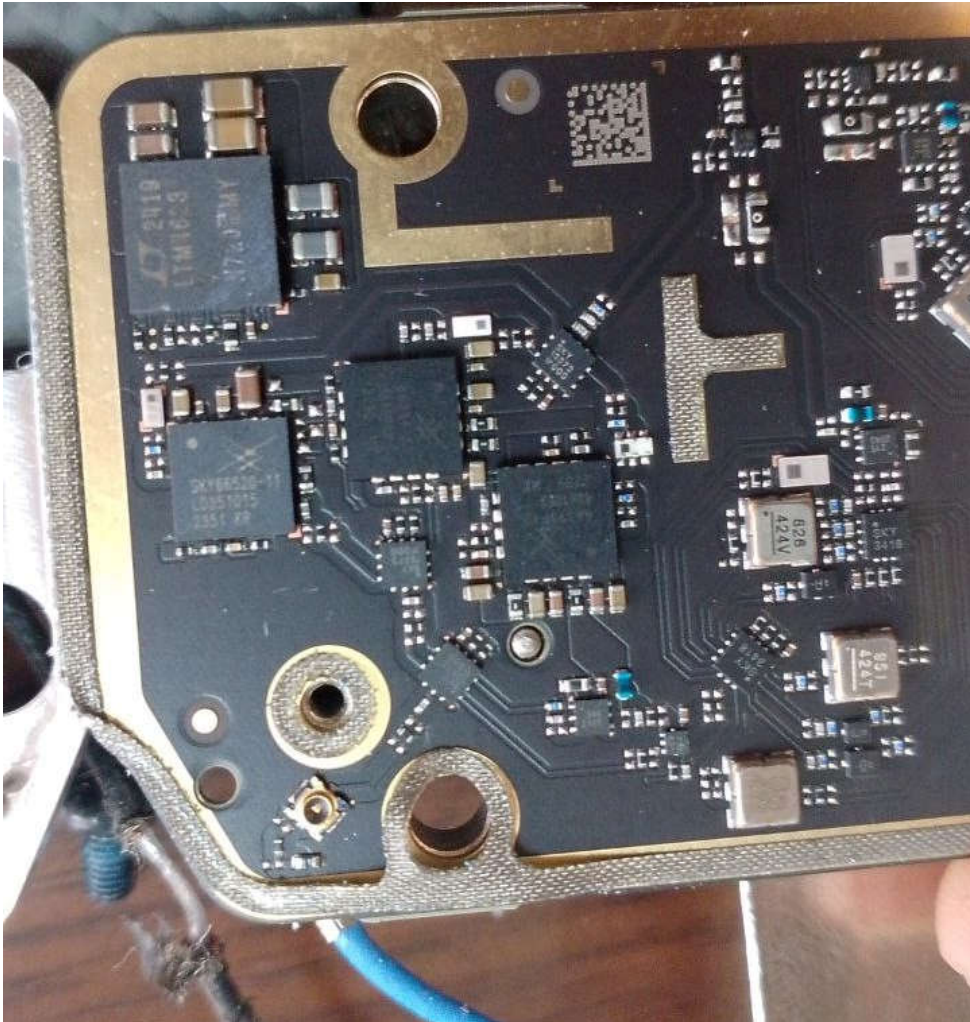
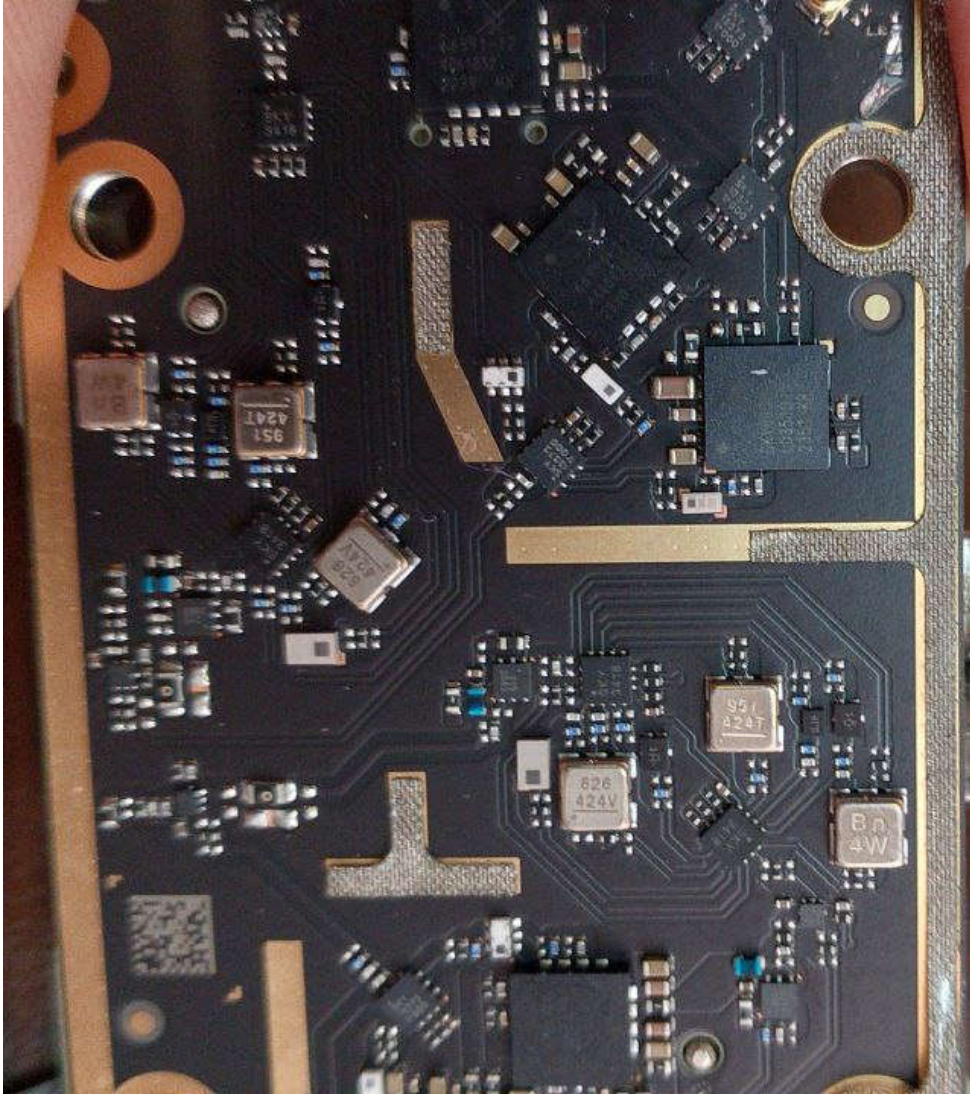
Микросхемы УМ

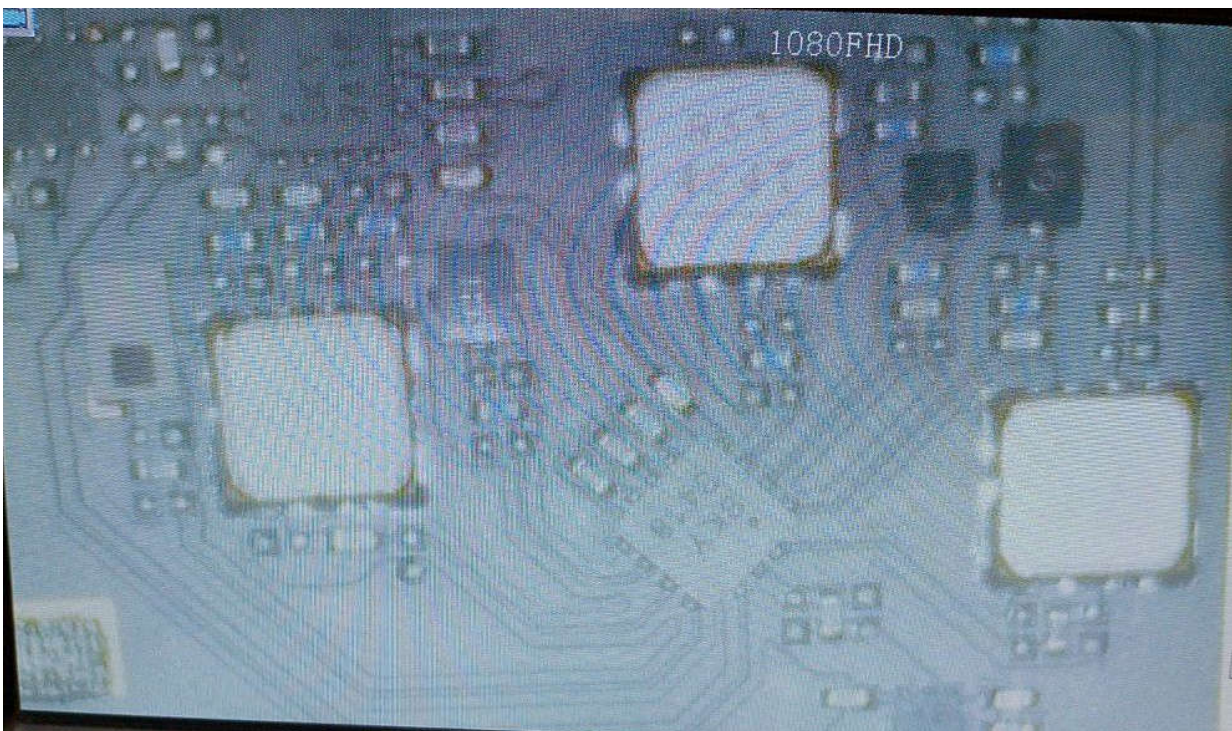
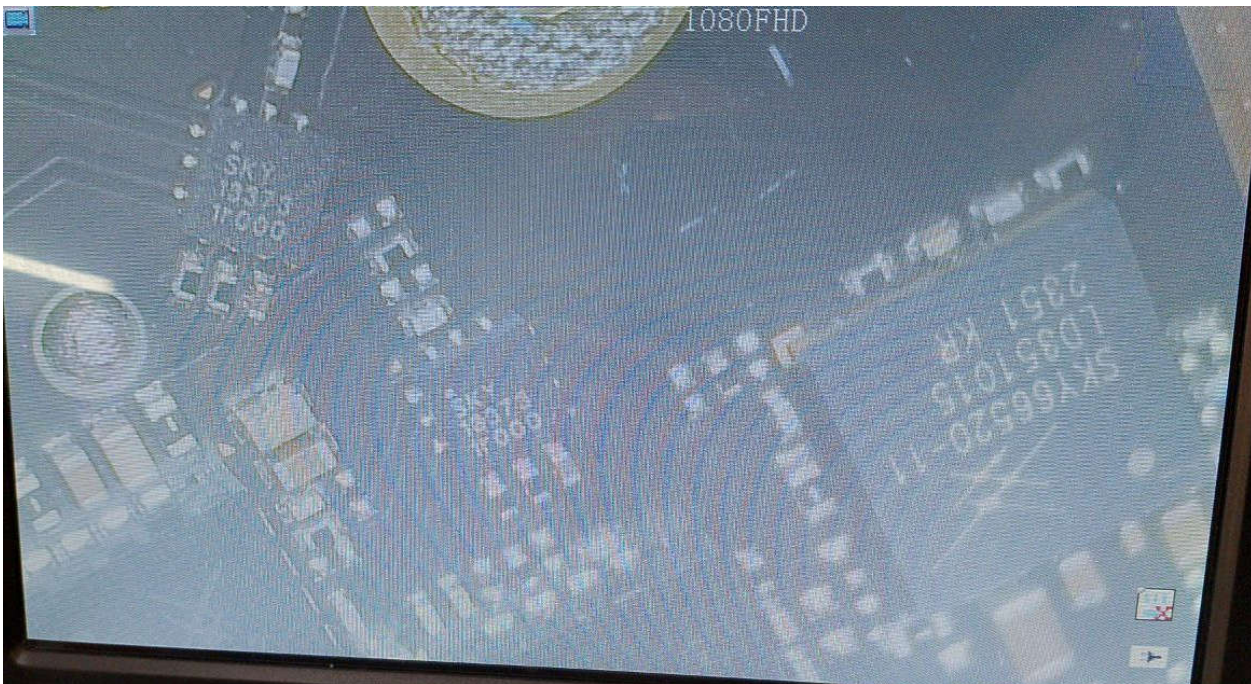
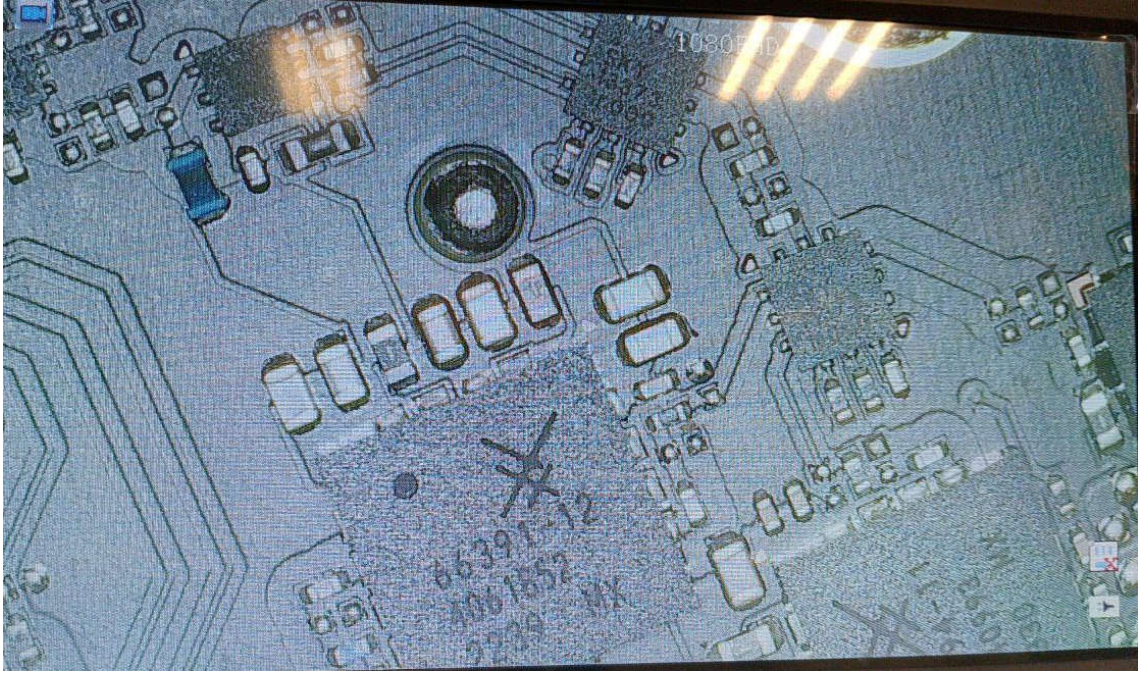
SKY 66520-11 диапазон 3300-3800МГц, Band n78, B42, and B43. Мощность до +30дБм (1Вт)

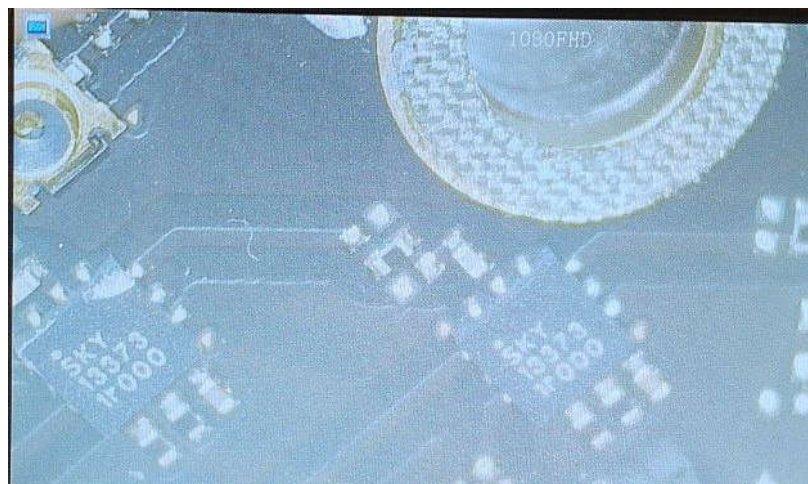
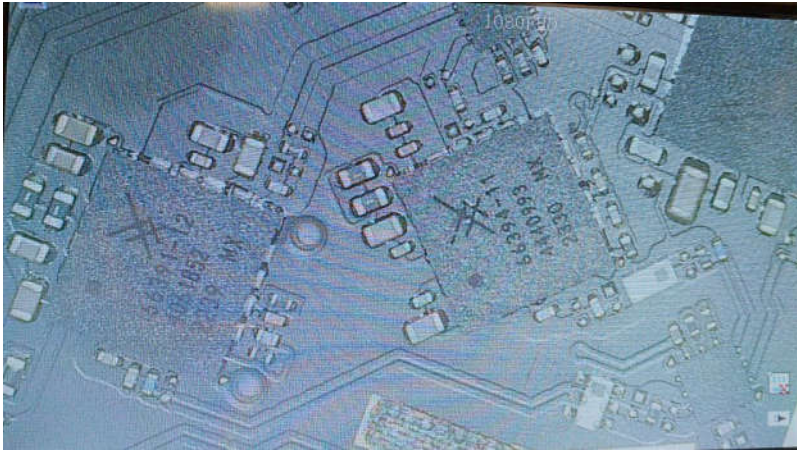
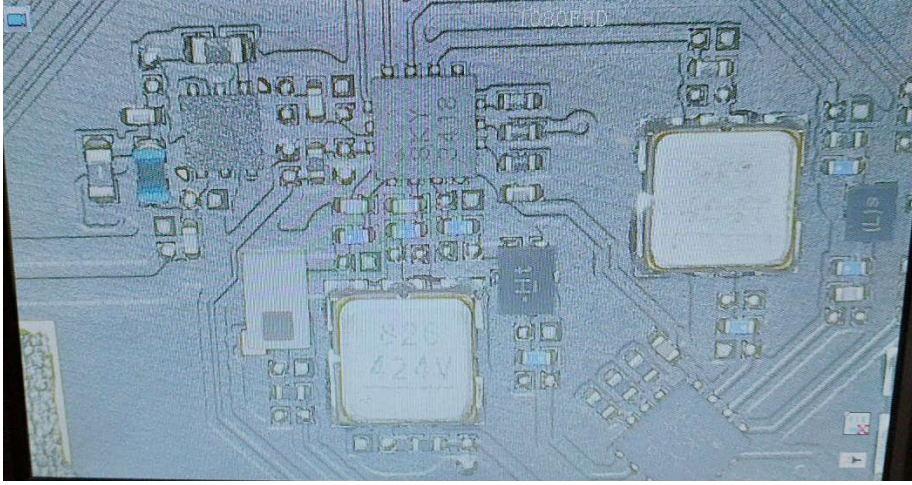
SKY 66391-12 диапазон 1800-1900МГц, Bands 3 and 9. Мощность до +28дБм (0,63Вт)

SKY 66394-11 диапазон 2000-2300МГц, Bands 1, 4, 10, and 23. Мощность до +28дБм (0,63Вт)









Подробное описание радиомодуля в отдельном документе.

Основные моменты по всем радиоканалам дрона:

Канал управления работает на двух независимых диапазонах 159-175МГц и 450-470МГц в режиме приёма и перёмопередачи с чистым Diversity, где при прицельной помехе одного модуля второй продолжает работать. Канал управления также содержится внутри потока данных двунаправленного скоростного канала передачи видео. То есть три независимых источника получения данных управления.

В свою очередь радиомодуль скоростного канала передачи видео содержит ядро USB_Wi-Fi, которое легко сопрягается с компьютером SOM и за счёт преобразования частот может работать на 7 выделенных профильтрованных преселектором и одном не фильтрованном (не ограниченном полосой фильтров) участках диапазона приёма и на трёх диапазонах в канале передачи 3300-3800, 2000-2300, 1800-1900МГц в режиме MiMo за счёт двух независимых трактов.

Нужно иметь в виду, что первый и второй канал радиомодуля могут работать не парно на одном диапазоне, а на разных (к примеру, канал 1 – на 3300МГц, канал 2 на 1800МГц). Соответственно, возможна

организации сети цифровой ретрансляции канала. Скорость смены каналов и их алгоритм выбора и синхронизации требует отдельного внимательного анализа.

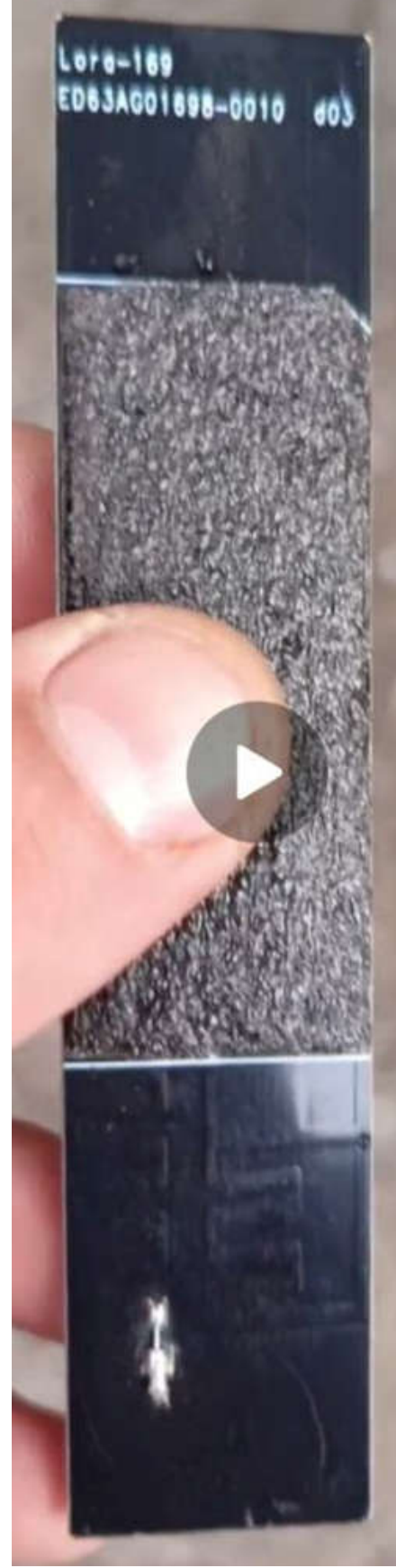
Следует особо отметить, что усилители фирмы Skyworks имеют и недокументированные режимы работы в полосе значительно шире указанной, следовательно, не стоит доверять частотным пределам из документации и всё инструментально проверять. Это означает, что например, возможна работа на 2400 или 1950 или 3100МГц

Так как базовый протокол стыка радиомодуля на базе RTL8812 является WI-FI, то дрон-детекторы и обнаружители комплексов РЭР и РЭБ могут НЕ воспринимать и НЕ реагировать на сигналы данного дрона, так как алгоритм определения основан на сигнатурном анализе сигнала и условным участкам диапазона, где это гарантированно появляется (например, дрон-детектор считает, что WI-FI существует на 2400-2484МГц, а на 2300-2384 не существует и там его не замечает).

Общее построение системы связи дрона подразумевает более сложную структуру и задачи, соответственно загрузка цифровых данных в дрон и формирование полётного задания в концепции видится дистанционным и с внешних серверов. В дроне вся загрузка данных и конфигураций происходит через скоростной канал и может меняться на расстоянии, без физического подключения к дрону.

Заложенные концептуальные решения очень сходны с дизайном модемов фирмы Doodle.lab.

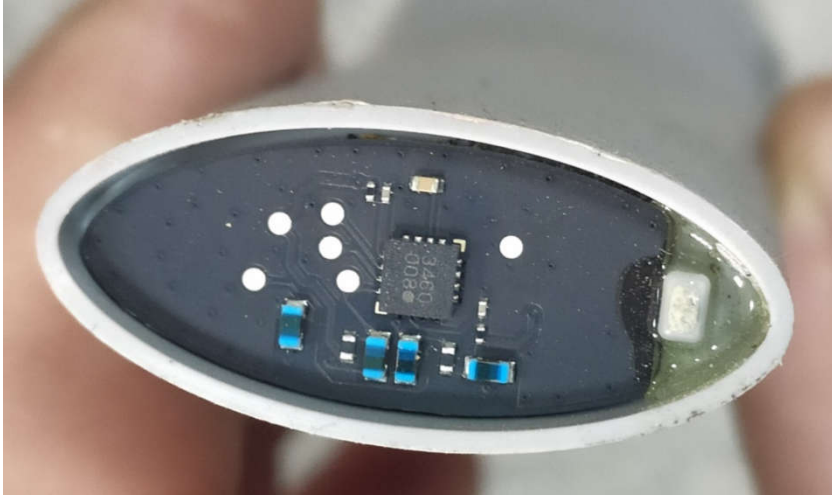




Антенны установленные внутри ножек дрона. Обращаем внимание, что на антеннах написана средняя частота для LoRa диапазонов с участком согласования около 40МГц и на двух антеннах надпись WI-FI означает, что они применены в канале передачи данных использующем протоколы WI-FI, однако рабочие частоты таких антенн не менее от 1800 до 1900 + от 2000 до 2300 + от 3300 до 3800МГц.

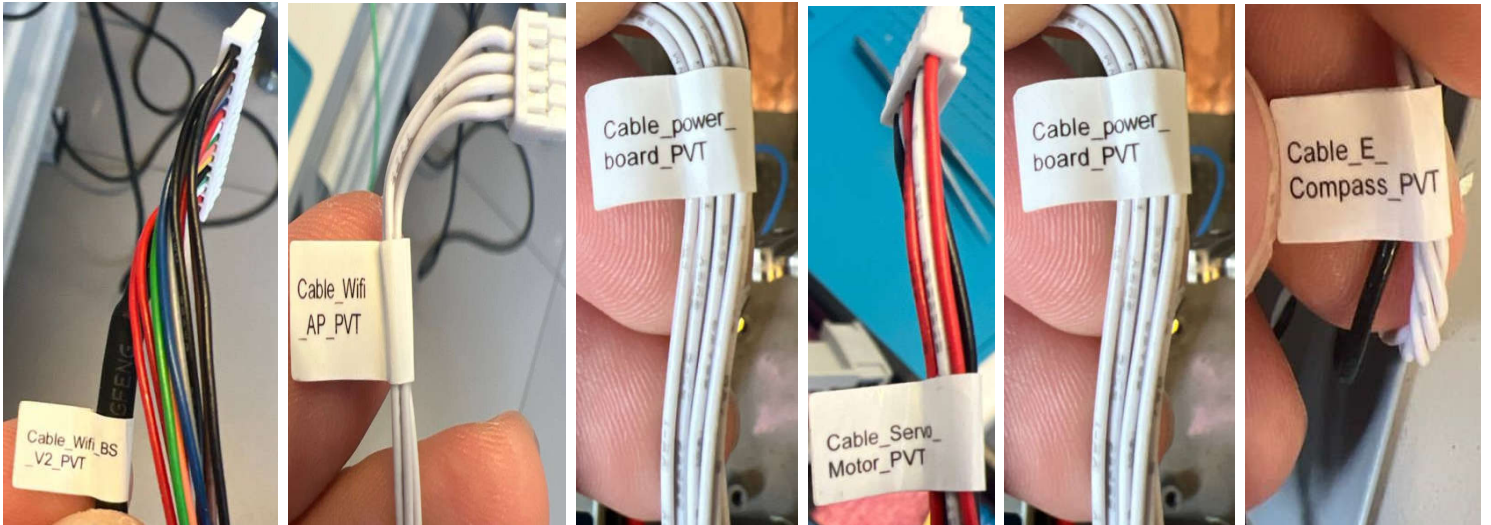


ESC каждого мотора.



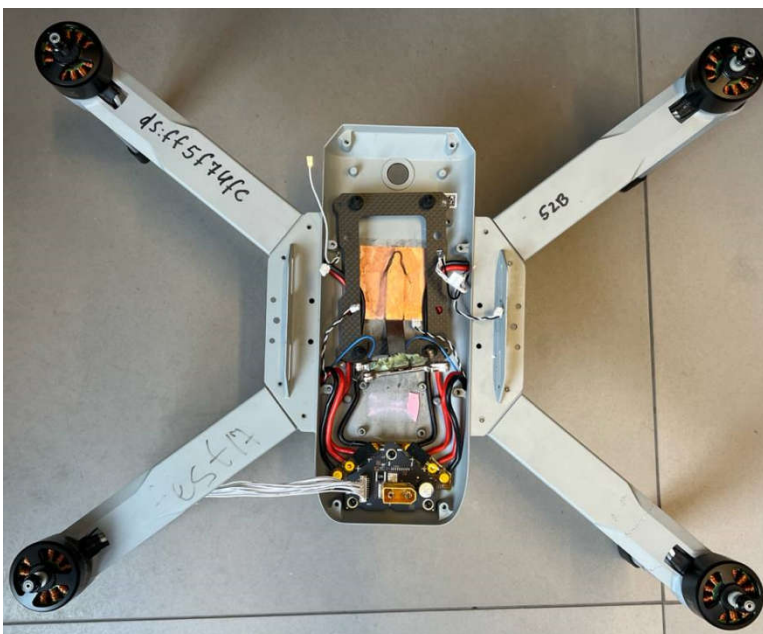
Непонятные детали дрона

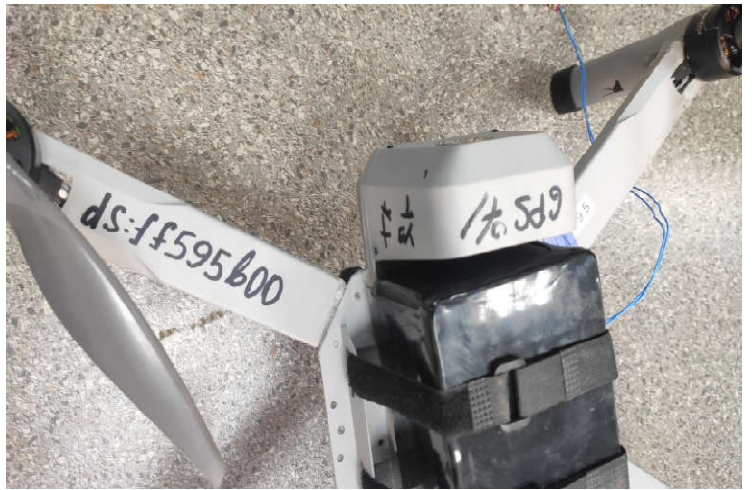
Маркировка шлейфов и проводов



Наружные надписи и штрихкоды

Предположительно DS: XX XX XX XX (hex) является или «Devices Serial Number», либо «Data Set». Первые символы начинаются с «FF».





24.04.2025 Предварительное описание БПЛА выполнил «357».