

Итоговый отчет

Ракетостроительный чемпионат “Реактивное движение” 2023-2024

Название трека: ТР-1

Название команды: МЛП 67

Ответственный: Мельников Юрий Сергеевич,
yusmelnikov@gmail.com

Руководитель: Мишина Елена Алексеевна, gaika1285@gmail.com

Город: Москва

Учебное заведение: ГБОУ Школа № 67

Дата: 26.03.2024

Представление команды

№	Участник	Опыт, зона ответственности
1	Мельников Юрий Сергеевич 	Капитан команды, инженер, программист Участвовал в треке ВР-2, обучение в 9 физическом классе. Обучался в летней космической школе ГРИМ. <i>Зона ответственности:</i> общее руководство проектом, разработка и изготовление системы выброса парашюта, создание электронных систем, создание программы для микроконтроллера, создание модели ракеты в OpenRocket.
2	Кужилина Марианна Александровна 	Инженер-конструктор Участвовала в треке ВР-2, обучение в 9 физическом классе. Обучалась в летней космической школе ГРИМ. <i>Зона ответственности:</i> Контроль за выполнением плана, расчет и создание антенны приемной и передающей части, создание корпуса приемной станции, расчёт и изготовление парашюта.
3	Культяков Степан Алексеевич 	Инженер-конструктор Участие в треке ВР-2, обучение в 9 физическом классе. Обучалась в летней космической школе ГРИМ. <i>Зона ответственности:</i> разработка систем крепления двигателя и соединения частей ракеты, изготовление головного обтекателя и стабилизаторов, итоговая сборка ракеты, создание видеопрезентации.

Наша ракета

Наша ракета MLP 67 имеет длину 911 мм, массу 564 г без двигателя, 4 эллиптических стабилизатора толщиной 3 мм, высотой 90 мм и длиной 100 мм, стабильность 1.55 К, ЦД - 695 мм, ЦТ - 573 мм. Она окрашена в розовый и зелено-голубой цвета, в середине нанесено название команды, ниже ФИО участников команды. Она состоит из двух секций: верхней и нижней. В верхней находятся все механизмы и электроника. В нижней секции крепится двигатель. Механизм системы спасения представляет из себя дверцу в корпусе, отлетающую из-за пружин после апогея и вытягивающую парашют. Электроника состоит из платы RocketBoard, аккумулятора на 7.4В и штыревой антенны, расположенных под обтекателем, панели управления. Ракета летит по представленной циклограмме полета и каждые 50-100 мс передает данные телеметрии по радиоканалу на приемную станцию с антенной Uda-Yagi. Расчетные данные полета из OpenRocket: высота до апогея - 384 метров, ускорение при старте - 141 м/с², скорость спуска на парашюте - 6,1 м/с, расчетное время полета - 70 с. По расчетам и данным тестов **start_point** определится через 1-2 метра (0.2-0.4 с) после взлета, **apogee_point** и **activate_point** определится через 2-4 метра (0.6-1.0 с) после апогея, парашют раскроется и будет зафиксирован **parachute_point** через 10-15 метров (1.5-2 с) после апогея.



Задачи проекта и технические решения

Задачи проекта	Технические решения
Создать модель ракеты в OpenRocket и Inventor Приложение 1 (Схема OpenRocket) Приложение 2 (Взрыв-схема Inventor)	1. Провести измерения всех данных деталей (размеры и масса) 2. Создать схему в OpenRocket 3. Создать 3D модели деталей, совместить их в сборку в Inventor
Разработать и изготовить крепление двигателя, соединить корпусные трубы Приложение 3 (Взрыв-схема и фото крепления двигателя) Приложение 4 (Взрыв-схема соединения корпусных труб) Приложение 5 (Фотография соединения труб)	Крепление двигателя 1. <i>Придумать конструкцию крепления двигателя:</i> первая деталь - фанерно-картонный шпангоут с приклеенной к нему трубкой с пластиковой вставкой под двигатель. Эта деталь упирается в картонное кольцо вклеенное в корпус. Снизу в корпус плотно вставляется шпангоут из фанеры с отверстием под трубку, к нему прикручивается пластиковая деталь, не дающая двигателю выпасть. 2. <i>Изготовить:</i> 1. Разметить и вырезать все нужные детали. Распечатать удерживающую деталь. 2. Вклеить пластиковую вставку в трубу, приклеить трубу к шпангоуту. Вклеить кольцо в корпус на нужном расстоянии от торца. 3. Приклеить к шпангоуту с отверстием гайки для винтов держащих удерживающую деталь Соединение корпусных труб 1. <i>Придумать способ соединения труб:</i> вклеить переходник, представляющий из себя картонную трубу длиной около 170 мм, в меньшую трубу с полезной нагрузкой на 70 мм. Нижняя труба держится за счет закрученных в нее винтов 2. <i>Изготовить:</i> 1. Отрезать кусок картонной трубы длиной около 170 мм, разрезать вдоль так, чтобы труба плотно заходила в нижнюю. 2. Вклеить трубу в верхнюю часть на 70 мм с помощью эпоксидной смолы.

Разработать и изготовить систему выброса парашюта, крепление электроники и аккумулятора Приложение 6 (Схема системы спасения) Приложение 7 (Фото готовой системы спасения)	1. Придумать принцип работы системы спасения — дверца, закрепленная длинной веревкой и отстреливаемая пружинами, удерживается сервоприводом. При повороте качалки сервопривода, крышка отлетает и вытягивает за собой парашют. 2. Создать 3D модель системы выброса парашюта, создать 3D модели креплений электроники и аккумулятора. 3. Распечатать детали и собрать их на клей, винты и двухсторонний скотч 4. Прорезать окошки в корпусе ракеты на месте дверцы, пролить места разреза суперклеем.
Выбрать, рассчитать и изготовить антенны передатчика и приемную станцию Сборка приемной станции Приложение 8 (Фото штыревой антенны) Приложение 9 (Фото Uda-Yagi) Приложение 10(Чертеж приемной станции) Приложение 11(Фотографии электроники приемной станции)	Антенна ракеты — всенаправленная четвертьволновая штыревая ракета (433 МГц): 1. Отрезать медный провод диаметром 1.4 мм длиной 17.3 см 2. Припаять центральную жилу коаксиального кабеля к медному проводу. 3. Соединить радиомодуль и антенну с помощью фидеров Антенна приемной станции — направленная 3-х элементная Uda-Yagi (433 МГц): <i>Материалы:</i> медный провод сечением 6 мм², PP труба диаметром 20 мм (без армирования), клипсы на трубу, коаксиальный кабель 50 Ом, фидеры 1. Очистить от изоляции и выпрямить одножильный провод. Отмерить, отрезать и согнуть провод по <u>схеме</u>. 2. Отрезать PP трубу длиной 412 мм, надеть клипсы на места будущих рефлектора, директора и вибратора. Прикрепить соответствующие куски провода пластиковыми стяжками. 3. Припаять коаксиальный кабель к вибратору, надеть фидер. Приемная станция — радиомодуль SV-610 с UART-USB преобразователем HW-199: 1. Припаять к радиомодулю фидер. 2. Создать 3D модель корпуса приемной станции, распечатать, закрепить внутри компоненты и вывести разъем фидера на корпус Схема подключения SV-610 к HW-199

Спаять электронику, спроектировать и изготовить панель управления Приложение 12 (Схема панели управления) Приложение 13 (Схема подключения компонентов) Приложение 14 (Схема 8-pin разъема) Приложение 15 (Фото спаянной электроники и панели управления)	1. Запаять компоненты в плату RocketBoard. 2. Создать схему подключения компонентов к плате, схему панели управления и ее 3D модель. 3. Напечатать оправку, закрепить в ней компоненты и запаять, надеть общую оплетку на провода и припаять 8-pin разъем. 4. По схеме припаять ответный разъем и сервопривод к плате, фидер антенны к радиомодулю.
Рассчитать и изготовить парашют, прикрепить его к ракете Приложение 16 (Фото изготовления парашюта) Приложение 17(Фото готового парашюта)	1. Рассчитать параметры парашюта по данным из OpenRocket и формуле от организаторов 2. Изготовить парашют: а) Вырезать квадрат парашютного шелка со стороной $\geq 2R$ парашюта. б) Вырезать из него круг, разметить и вырезать центральное отверстие, обжечь края. в) Разметить места под стропы и надежно их пришить. г) Встроить в фал, идущий к ракете, амортизатор и привязать к парашюту 3. Прикрепить парашют к ракете: Для присоединения парашюта необходимо вклеить в ракету деталь, за которую будет держаться парашют. Фото детали. К этой детали будет привязываться дверца, а за ней и парашют
Рассчитать и изготовить головной обтекатель Приложение 18 (Фото изготовления обтекателя) Приложение 18.1(Фото готового обтекателя)	1. Выбрать форму обтекателя, учитывая что под ним должна поместиться плата. 2. Сделать 3D модель сечения в самом широком месте - шаблон, распечатать на 3D принтере шаблон и крепление обтекателя. 3. Вырезать обтекатель из пеноплекса горячей струной по шаблону, вырезать отверстие под плату. Отшлифовать все поверхности. 4. Приклеить крепление к обтекателю.

Приклеить стабилизаторы Приложение 19(Фото приклеенных стабилизаторов)	1. Сделать установку для удобной и точной склейки 2. Рассчитать и вырезать стабилизаторы и сотового полипропилена, запаять края. Вставить по 4 зубочистки и сделать ответные отверстия в корпусе 3. Приклеить стабилизаторы на густой цианоакрилат и отвердитель. Сделать сопряжения для большей прочности.
Приклеить направляющие кольца Приложение 20(Фото приклеенных колец)	1. Разметить место склейки 2. Приклеить направляющие кольца на эпоксидную смолу, прижать до ее высыхания
Написать полетную программу Приложение 21(Блок-схема программы)	1. Разработать алгоритм программы 2. Написать программный код в Arduino IDE
Покрасить ракету Приложение 22(Покрашенная ракета) Приложение 23(Процесс покраски)	Для покраски ракеты использовалась краска из баллончиков розового и зелено-голубого цветов. Сначала была покрашена вся ракета в розовый, затем с помощью скотча была сделана зелено-голубая спираль. После высыхания были нанесены название команды и ФИО состава черным перманентным маркером

Системы обеспечения безопасности

Возможная угроза	Действия по предотвращению	Действия при наступлении
КЗ цепей питания	Проверка электроники на наличие КЗ Установка платы защиты от КЗ на аккумулятор	Быстрое отключение питания при возможности. При возгорании тушить огнетушителем
Двигатель пролетит ракету насквозь	Проведение тестов крепления двигателя	Отойти на безопасное расстояние от ракеты и летящего двигателя
Ракета не взлетит, но двигатель продолжит гореть	Внимательный осмотр двигателя перед стартом, проверка стартовой установки и ровности направляющих колец	Соблюдение безопасной дистанции > 100 м, использование дистанционного запуска с помощью электрозапала
Система спасения не срабатывает, ракета полетит морковкой	Проведение тестов системы спасения, убедиться в работоспособности систем. Надеть каски	Отойти дальше от возможного места падения, внимательно следить за ракетой
Электрозапал не подожжет двигатель	Проверка состояния двигателя перед стартом, проверка проводки к электрозапалу	Не подходить к ракете 5-10 минут. Выяснить и устранить причину неполадки
Отрыв парашюта	Использовать амортизатор, провести тесты	Отойти дальше от возможного места падения, внимательно следить за ракетой и наслаждаться морковкой
Расплавится крепление двигателя и он вылетит	Увеличить диаметр отверстия под выходящие газы, обклеить отверстие фольгой.	Следить за падающим двигателем, отойти как можно дальше, прикрыть чем-либо голову
Двигатель прогорит	Внимательный осмотр двигателя перед стартом, завернуть в его в негорючий материал	Как можно быстрее потушить ракету при возгорании, проверить целостность крепления двигателя,

Тестирования

Элемент	Метод тестирования	Результат
Система спасения и обтекатель	Создать избыточную нагрузку на крепления системы спасения и обтекателя	Тест прошел успешно, система спасения прочно держится в корпусе. Крепление обтекателя выдерживает большие нагрузки по всем направлениям, которые могут возникнуть во время полета
Крепление двигателя	Создать избыточную нагрузку на крепление двигателя	Тест прошел успешно, крепление двигателя выдержало 140 Н (видео)
Соединение корпусных труб	Создать нагрузку на изгиб втулки, для проверки прочности. Создать нагрузку стягивающую трубу с втулки	Тест прошел успешно, втулка выдержала 10 Нм на изгиб, при стягивающей силе в 100 Н труба не слетела
Приемник, передатчик телеметрии и антенны	Посылать данные раз в 50 мс, разнести приемник и передатчик на максимальное рабочее расстояние	Тест прошел успешно, телеметрия передается на расстоянии до 650-700 м между приемником и передатчиком (фото и видео)
Крепление электроники, аккумулятора и обтекателя	Создать перегрузку в 10-15 g на крепящие детали	Тест прошел успешно, крепящие детали не сломались
Парашют	Создать избыточную рывковую нагрузку на парашют	Тест прошел успешно, парашют выдержал рывок от сбрасываемого груза массой 0.8 кг, что на 0.15 кг больше расчетной массы ракеты (видео)
Фал к ракете	Создать избыточную нагрузку	Тестирование прошло успешно, фал выдержал 14 кг подвешенного на него груза (фото)
Амортизатор	Протестировать на разрыв, создав избыточную нагрузку в 14 кг	Амортизатор выдержал нагрузку, после снятия нагрузки вернулся в исходное состояние (фото)
Крепление парашюта	Попытаться сломать пластиковую деталь, попробовать вырвать ее из корпуса	Деталь не получилось сломать ни в одном из направлений, место склейки выдержало 8 кг, дальше тестирование не проводилось

Стабилизаторы	Создать нагрузку 300-400 грамм на край стабилизатора	Тестирование прошло успешно, стабилизаторы выдержали нагрузку более 300 грамм (фото теста и взвешивания)
Верхняя секция, парашют, программа ракеты	Подкинуть ракету на высоту около 5-10 метров	Тестирование прошло успешно, дверца отлетела через 2 метра после апогея, а парашют вылетел и раскрылся примерно через 6 метров. Ракета плавно спустилась на парашюте. Правильно определены все точки полета
Ракета в сборе	Запустить ракету как водную, изготовив переходник на бутылку	Тестирование прошло успешно, ракета взлетела на высоту ~20м, выдержала перегрузку ~7g при пуске. Все точки корректно определены электроникой. Парашют раскрылся и плавно спустил ракету со скоростью близкой к расчетным 7-10 м/с (видео)
Панель управления	Проверить качественность пайки, создать возможную нагрузку на провода, понажимать на кнопки и переключатели. Проверить надежность соединения компонентов с оправкой, разъемов платы и панели управления	Тестирование прошло успешно, все компоненты держатся прочно, провода выдержали созданную нагрузку. Разъем прочно держится
Зазоры	Измерить зазоры. Все, превышающие 1 мм, уменьшить	Все зазоры получились меньше 1 мм
Корпус	Создать нагрузку похожую на нагрузку при старте и раскрытии парашюта	Корпус выдержал нагрузку в 14 кг при тесте крепления двигателя
Дверца	Проверить легкость отлета дверцы с помощью кнопки тестового срабатывания 3-5 раз	Дверца свободно отлетает и вытягивает парашют

Анализ рисков

№	Риск	Вероятность	Действия по предотвращению	Действия при наступлении	Оправдался ли риск
1	Двигатель пробьет крепление	Очень низкая, т.к. крепление успешно прошло тестирование	Проведение тестирований созданием избыточной нагрузки	Следить куда летит двигатель. При отсутствии возгорания обесточить ракету. При наличии огня потушить	Неизвестно, т.к. риск может оправдаться/не оправдаться только при использовании твердотопливного двигателя

				огнетушителем	
2	Парашют не раскроется/не вылетит	При соблюдении действий по предотвращению низкая	Складывать парашют только перед запуском. Убедиться в отсутствии острых мест в отсеке парашюта	Найти причину нераскрывшегося парашюта, не допустить этого при следующем запуске. Перепроверить места, где парашют мог зацепиться за парашютный отсек	По результатам тестов риск не оправдался, парашют вылетел, не зацепившись ни за что, и раскрылся
3	Дверца не отлетит	Низкая, т.к. зазоры меньше 1 мм и дверца отстреливалась в 100% случаев	Убедиться, что зазоры меньше 1 мм, проверить отстрел дверцы перед пуском	Уменьшить зазоры, перепроверить конструкцию отстрела дверцы	Неизвестно, но можно предположить что риск не оправдывается, т.к. на земле дверца отстреливается во всех случаях и все зазоры меньше 1 мм
4	Не будет идти телеметрия	Низкая, при наведении антенны приемной станции на ракету	Проведение тестов дальности, наведение антенны приемной станции на ракету. Тщательная проверка пайки фидеров и электроники	Поиск причины, устранение, повторное проведение тестов	По результатам тестов телеметрия идет стабильно
5	Нестабильный полет	Низкая, при создании схемы ракеты команда учитывала возможное появление вращения при создании схемы ракеты	Размещать всю полезную нагрузку как можно выше, правильно подобрать длину корпуса, подобрать оптимальную форму, размер и количество стабилизаторов	Перепроверить схему OpenRocket, переставить компоненты местами, увеличить размеры стабилизаторов	Риск не оправдался, при тестовом пуске ракеты, как водной, полет оказался стабильным

6	Оторвется парашют	Низкая, т.к. парашют успешно прошел тестирования	Встроить амортизатор в фал парашюта для уменьшения рывка при раскрытии, проверить надежность всех завязанных узлов, проверить швы строп. Провести тестирования	Перезавязать все узлы, перепрошить швы, уменьшить жесткость и увеличить ход амортизатора	Риск не оправдался, ракета не успевает развить скорость необходимую для создания рывка требуемой силы для отрыва парашюта
7	Оторвется стабилизатор	Низкая, т.к. стабилизаторы выдержали нагрузку в 3 раза больше чем 300 г.	Надежно проклеить соединение, стабилизатора, провести тестирования	Сделать новые стабилизаторы с уменьшенной высотой, приклеить надежнее, повторно провести тестирование	Неизвестно, т.к. риск может оправдаться/не оправдаться только при запуске ракеты. Можно предположить что риск не оправдывается т.к. стабилизаторы выдержали гораздо больше 300 грамм
8	Двигатель прогорит	Низкая, но при правильной подготовке ракета не пострадает	Завернуть двигатель в негорючий материал - алебастр	Проверить целостность ракеты, подготовить к следующим запускам	Неизвестно, т.к. риск может оправдаться/не оправдаться только при запуске ракеты.
9	Электроника не определит важные точки полета	Низкая, т.к. Были проведены неоднократные испытания электронной системы	Провести большое количество тестов в разных условиях и ситуациях	Выяснить и устранить причину неполадки	При запуске ракеты с гидропневматическим двигателем все точки были определены правильно, система отработала корректно
10	Ракета не определит апогей	Низкая, т.к. Проводились успешные испытания	Удостовериться в корректной работе электроники	Вручную передать команду раскрыть парашют, найти причину неопределённого апогея	При запуске ракеты с гидропневматическим двигателем апогей был определен корректно
11	Корпус не выдержит тягу двигателя	Низкая, т.к. Тесты прошли успешно	Провести испытания, при необходимости усилить корпус	Найти материалы и изготовить новый корпус	По результатам тестов риск не оправдался, корпус уверенно выдерживает нагрузки

Видео-презентация

[Ссылка на видеопрезентацию](#)

Заключение о готовности

Мы считаем, что жюри должно допустить нас к финалу, потому что команда очень близка к завершению работы над проектом: все элементы работают штатно, подготовлены запасные детали, проанализированы риски, проведено большое количество тестов и по их результатам исправлены детали, подготовлена вся документация. Также мы провели успешные пуски ракеты на гидropневматическом двигателе и уверены в надежности и работоспособности системы спасения и антенн.

Инструкция к панели управления

1. Включить ракету переключателем “Питание”, поставив его в положение 1, начнет светиться красный светодиод
2. Включить телеметрию переключателем “Телеметрия”, поставив его в положение 1, начнет светиться желтый светодиод
3. Нажать кнопку “Подготовка”, придерживая дверцу если она закрыта, моргнет зеленый светодиод. Снять дверцу, уложить сначала основной фал, стропы, затем парашют. Закрыть дверцу и нажать кнопку “Подготовка” еще раз. Дверца закроется, начнет светиться зеленый светодиод
4. Для тестового срабатывания после подготовки нажать кнопку “Тест сраб.”, отлетит дверца и перестанет светить зеленый светодиод.

Перв. примен.

Справ. №

А

Подп. и дата

Инв. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2

1

2

1

Панель управления

Переключатель "Питание"

Переключатель "Телеметрия"

Кнопка "Подготовка"

Кнопка "Тест сраб."

Панель управления инструкция				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		МЛР67		9/26/2024
Проб.				
Т. контр.				
Нач. акт.				
Н. контр.				
Чтв.				

Лит.	Масса	Масштаб
		2
Лист		Листов 1

1

Копировал

Формат А3

Карточка радиочастот

Название команды: МЛП 67

Ответственный за системы связи: Кужилина Марианна Александровна

Количество единиц оборудования, использующих радиоэфир: 2

1. Приемная станция MLP 67

Белая полупрозрачная коробочка с креплением антенны и антенной сверху и разъемом фидера сбоку, принимает данные телеметрии

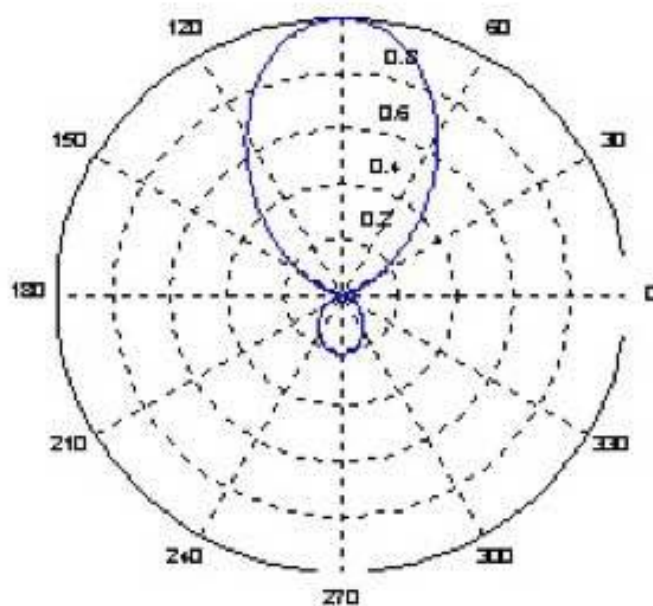
[Внешний вид 1](#)

Трансивер: SV-610

Диапазон частот: 414-454 МГц

Мощность: до 100 мВт

Антенна: Uda-Yagi, направленная



2. Ракета MLP 67

Плата RocketBoard с фидером и антенной, передает данные телеметрии

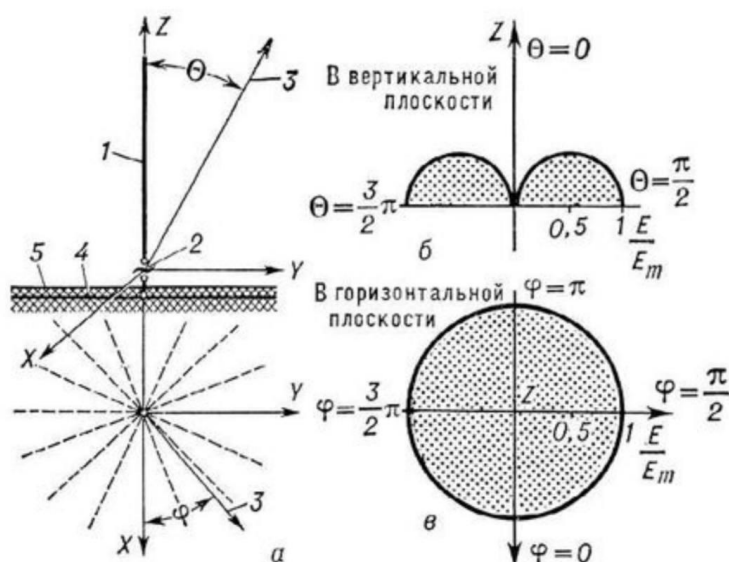
[Внешний вид 2](#)

Трансивер: SV-610

Диапазон частот: 414-454 МГц

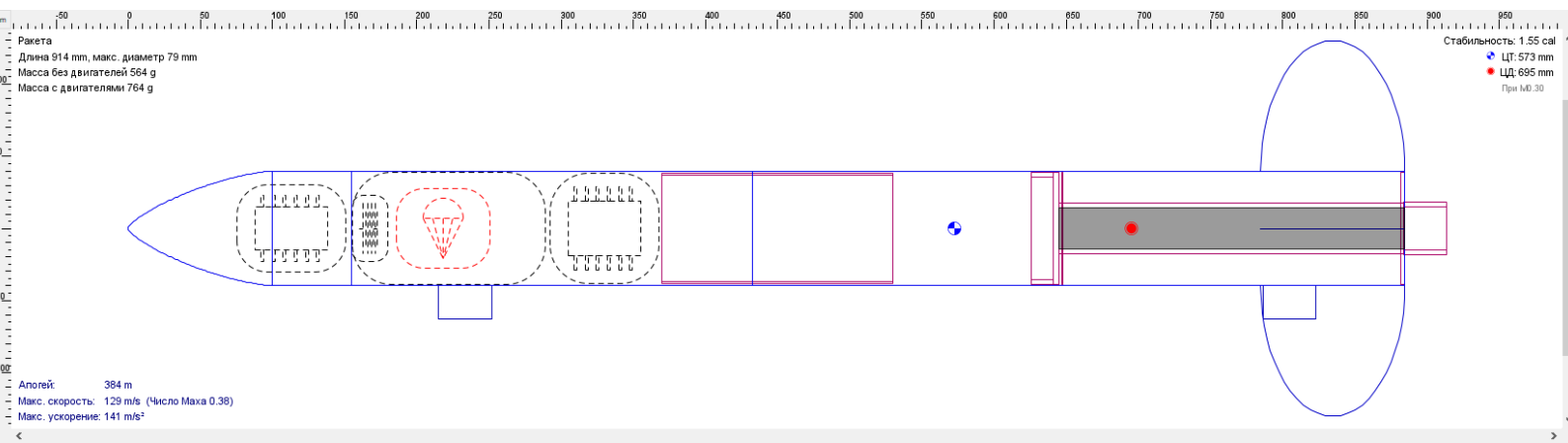
Мощность: до 100 мВт

Антенна: штыревая, широконаправленная

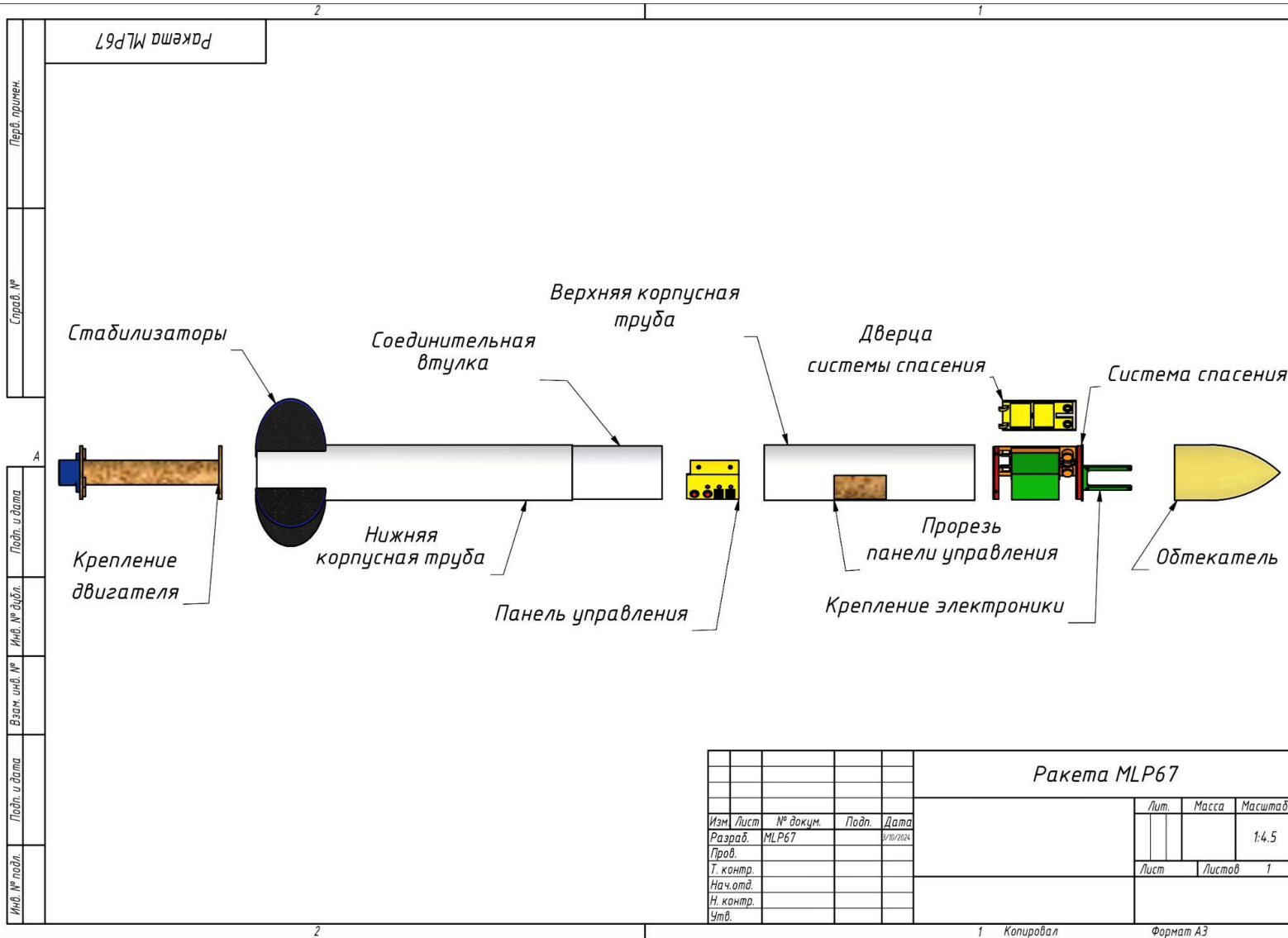


Приложения

Схема OpenRocket



Взрыв-схема Inventor



[PDF файл чертежа](#)

Взрыв-схема крепления двигателя

Перв. примен.

Справ. №

А

Подп. и дата

Инв. № экз.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Крепление двигателя в корпус взрыв

Деталь удерживающая двигатель от выпадания

Центрирующее кольцо

Трубка под двигатель

Пластиковая деталь центрирующая двигатель

Углубление под картонную трубку

Фанерно-картонный шпангоут

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Мельников	Ю.С.		07/07/2004
Пров.				
Т. контр.				
Нач. отд.				
Н. контр.				
Утв.				

Крепление двигателя в корпус взрыв

Лист	Масса	Масштаб
		1:1.7
Лист	Листов	1

2

1 Копировал

Формат А3

[PDF файл чертежа](#)

Взрыв-схема соединения корпусных труб

Перв. примен.

Стрел. №

А

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Взрыв-схема соединения корпусных труб

Верхняя корпусная труба

Соединительная втулка

Нижняя корпусная труба

						Соединение корпусных труб взрыв			Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							1:4
Разраб.	Мельников	Ю.С.		31/12/2024							
Проб.									Лист	Листов	1
Т. контр.											
Нач. отд.											
Н. контр.											
Утв.											

1 Копировал

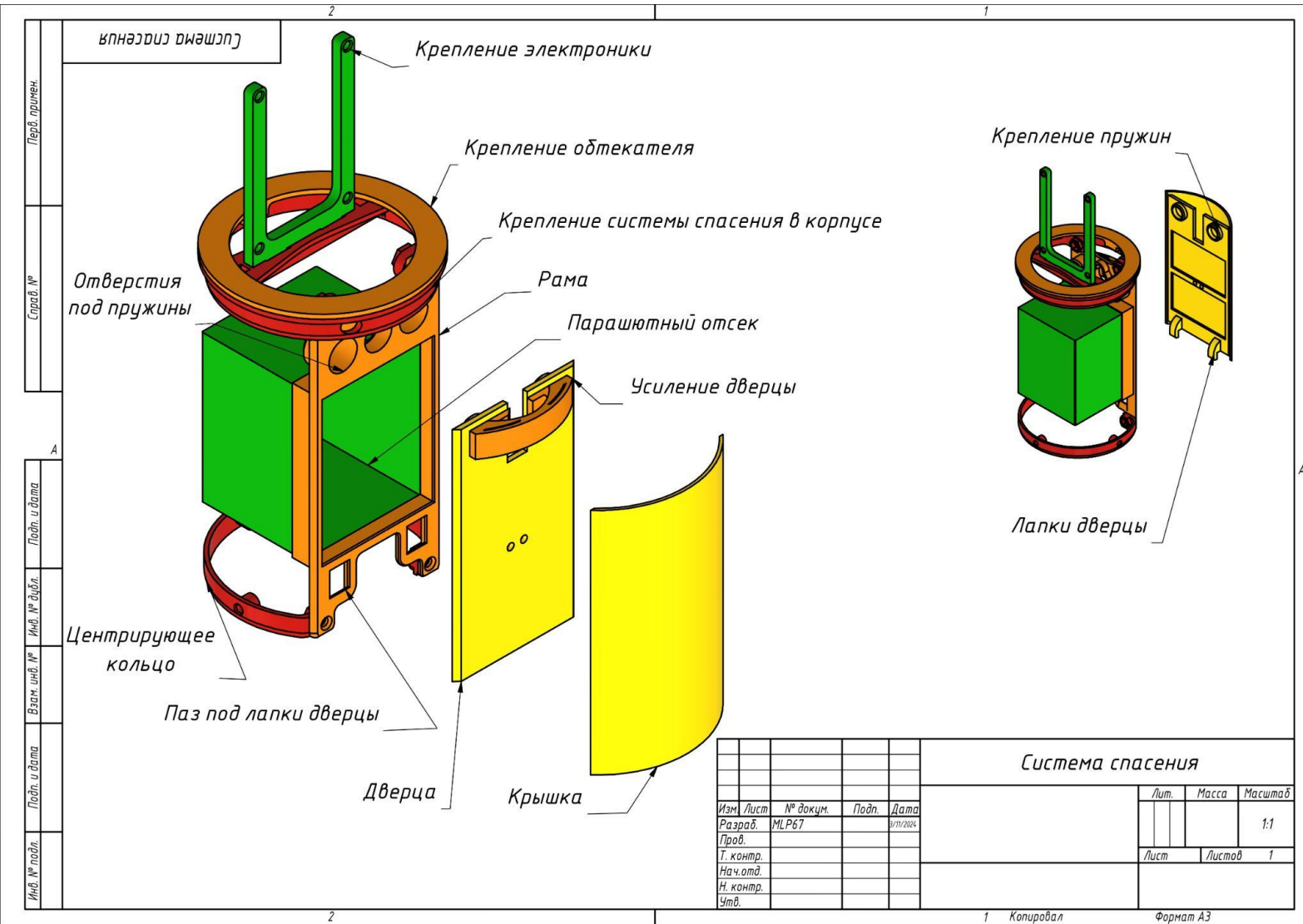
Формат А3

PDF файл взрыв-схемы

Фотография соединения труб



Схема системы спасения

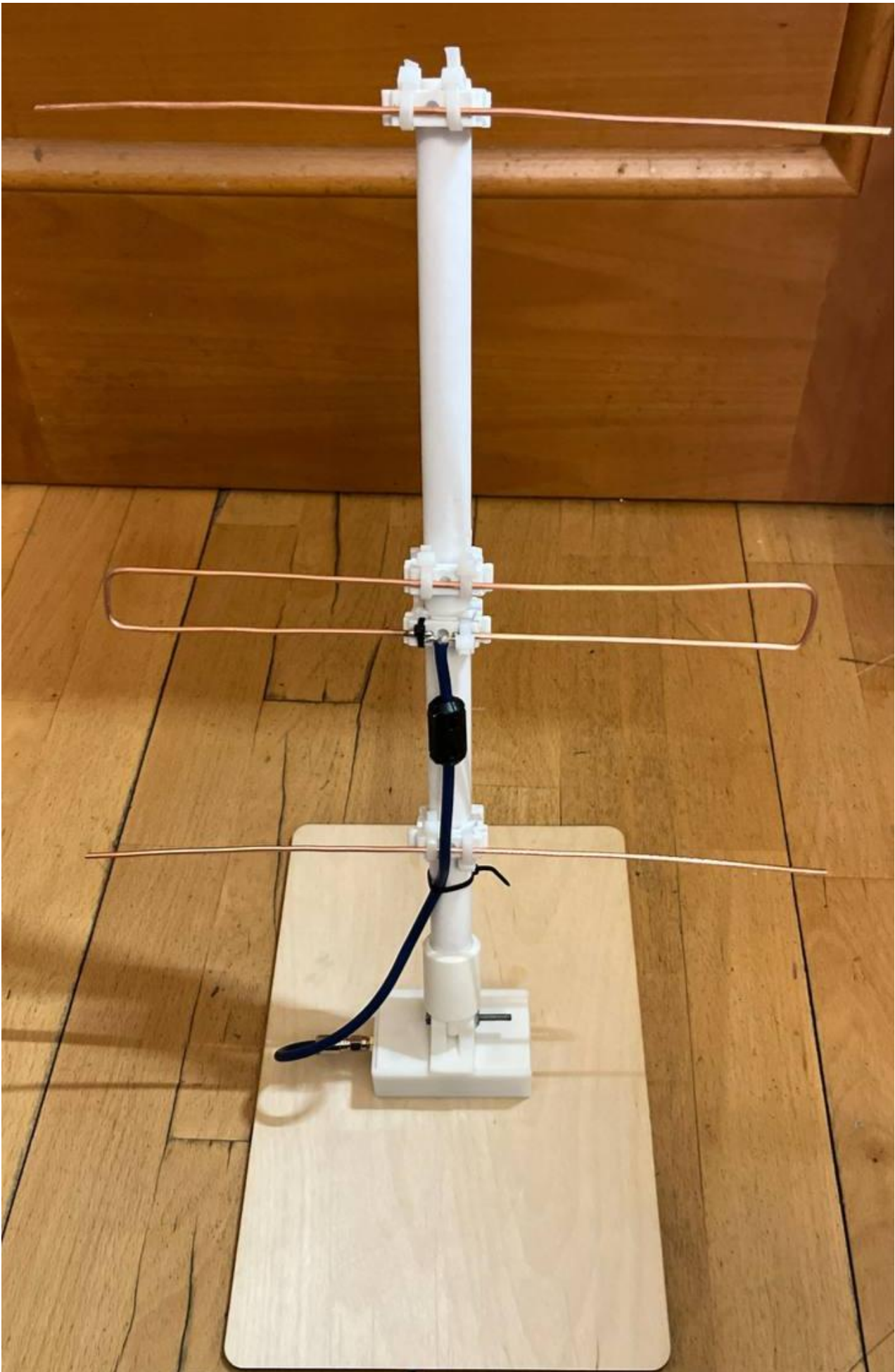


PDF файл чертежа

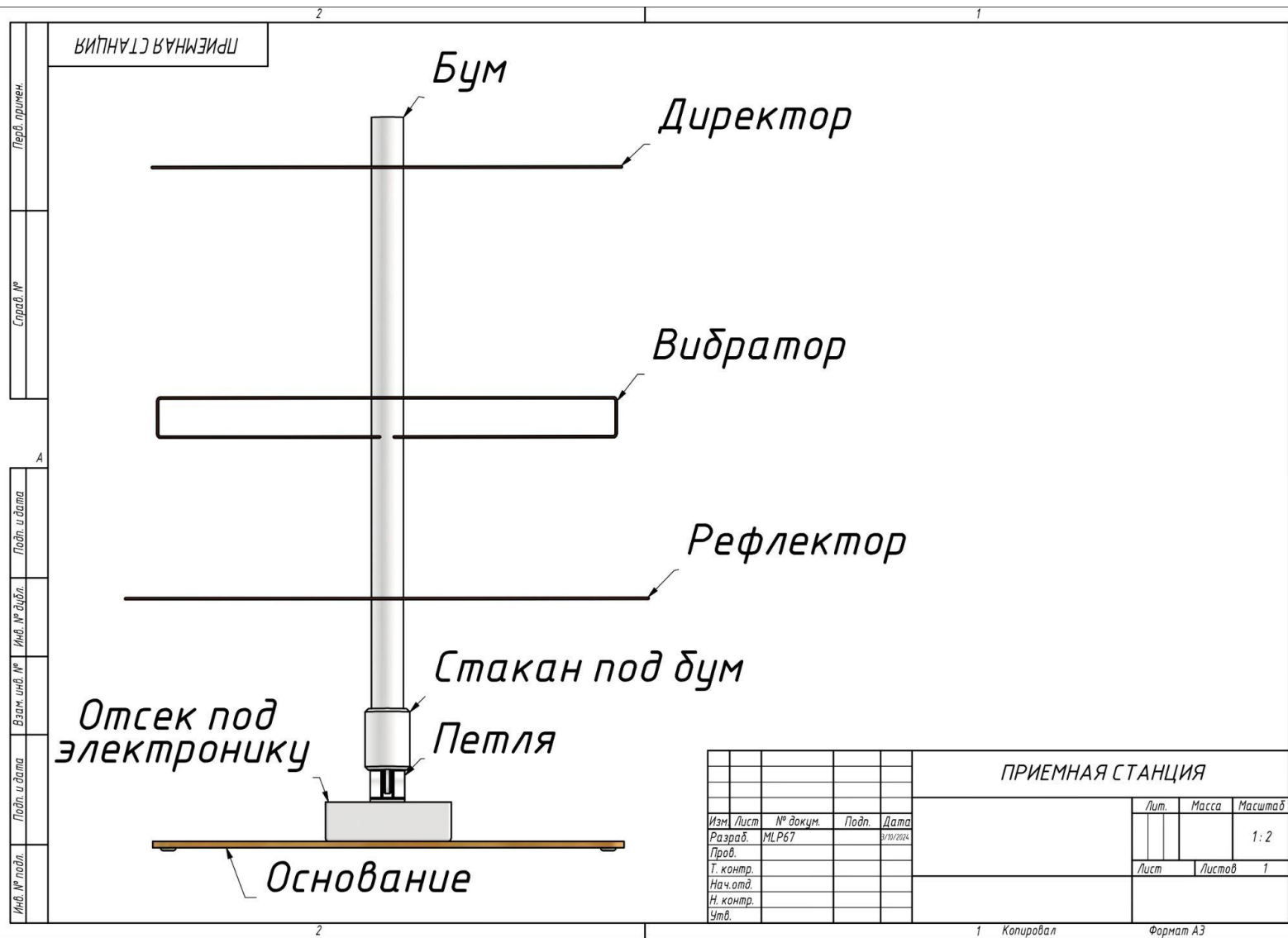
Фото готовой системы спасения и штыревой антенны



Φορο Uda-Yagi



Чертеж приемной станции

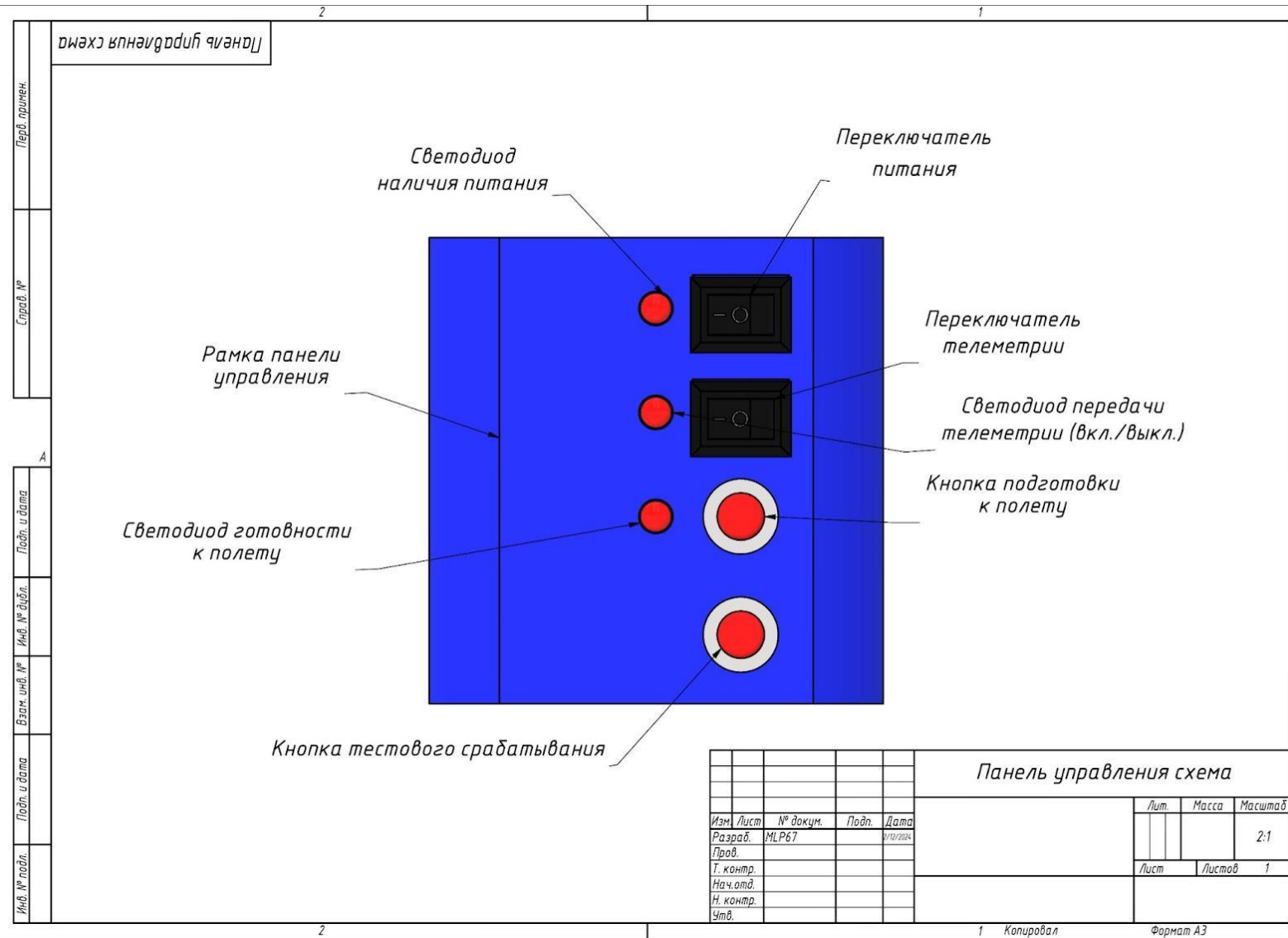


[PDF файл чертежа](#)

Фотографии электроники приемной станции

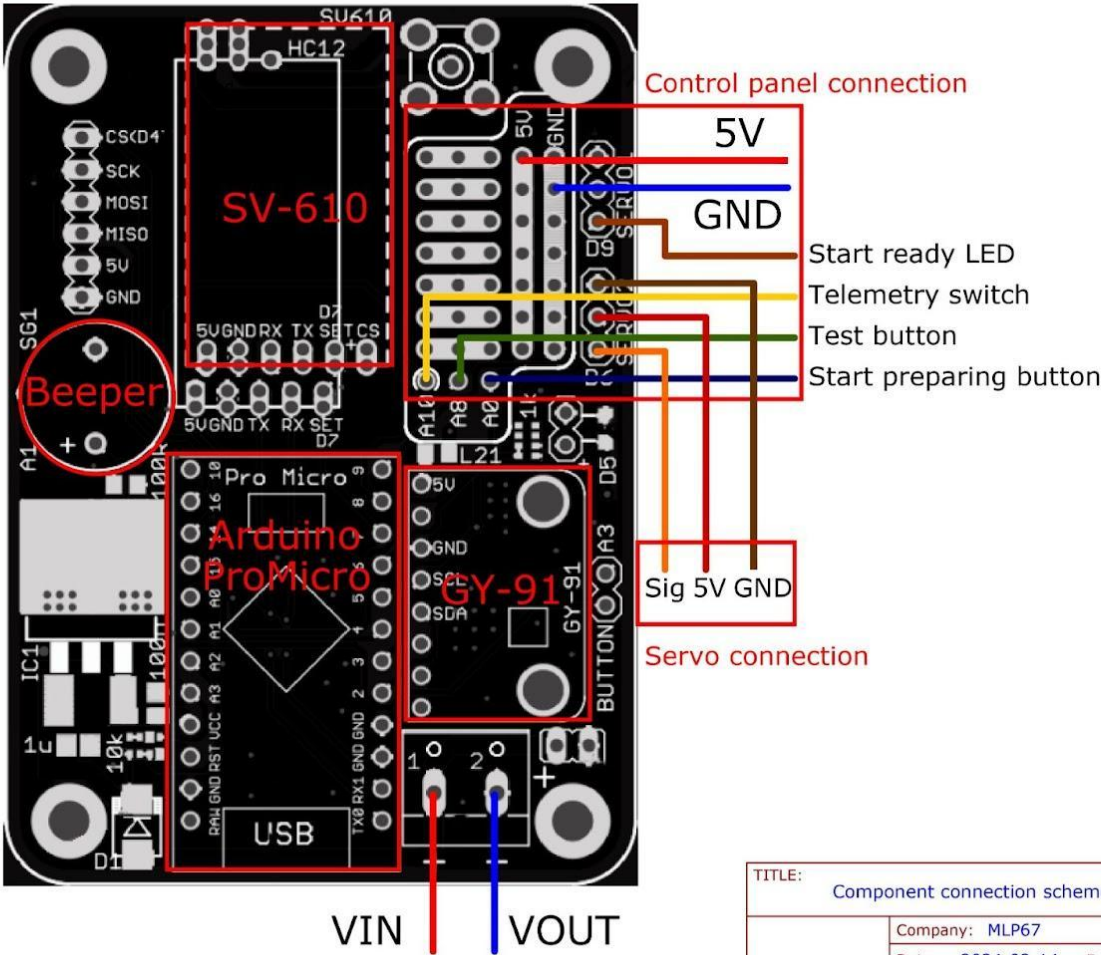


Схема панели управления



[PDF файл схемы](#)

Схема подключения компонентов



TITLE: Component connection scheme		REV: 1.0
Company: MLP67		Sheet: 1/1
Date: 2024-02-14		Drawn By: MLP67

Схема 8-pin разъема

Перв. примен.		Справ. №		Инв. № подл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № докл.		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Распиновка 8-pin разъема															
8-pin разъем папа															
5V				GND				VOUT				VIN			
Кнопка тестового срабатывания				переключатель телеметрии				кнопка подготовки				светодиод готовности			
Распиновка 8-pin разъема															
Изм. Лист № докум. Подп. Дата															
Разраб. МЛР67 07/01/2014															
Пров.															
Т. контр.															
Нач. отд.															
Н. контр.															
Утв.															
Лит. Масса Масшт.															
Лист Листов 1															
1 Копировал Формат А3															

Фото спаянной электроники и панели управления

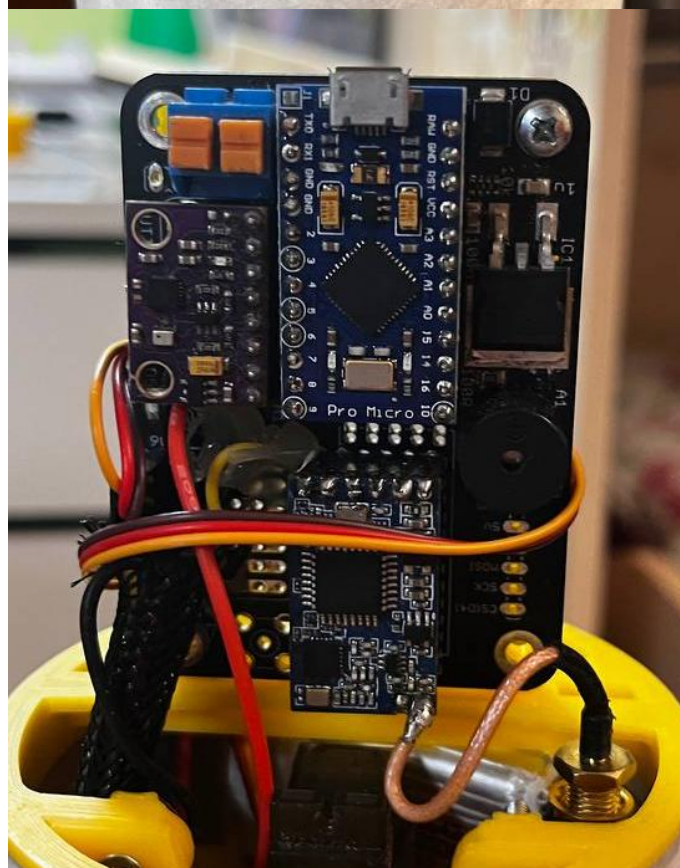


Фото изготовления парашюта



Фото готового парашюта



Фото изготовления обтекателя

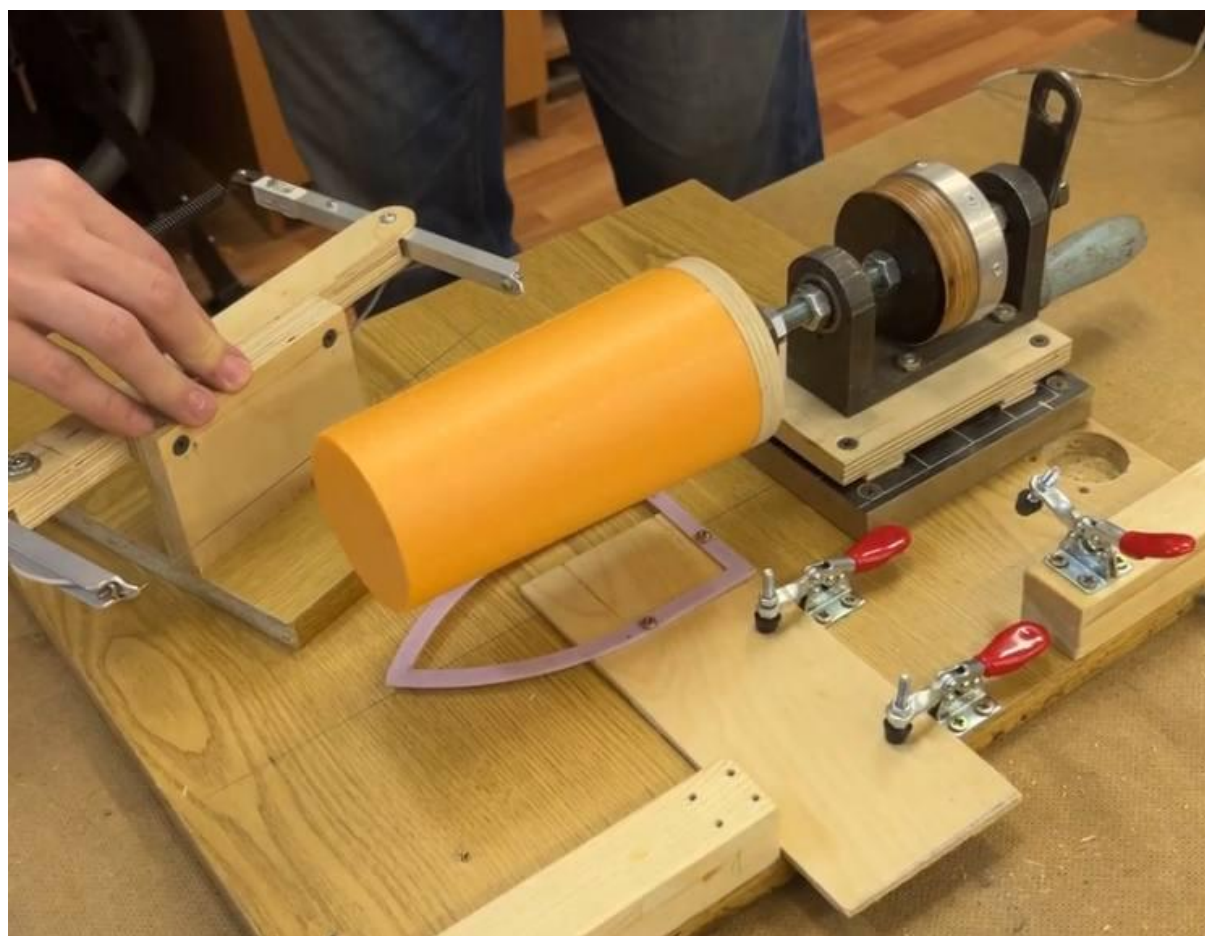


Фото готового обтекателя



Фото приклеенных стабилизаторов

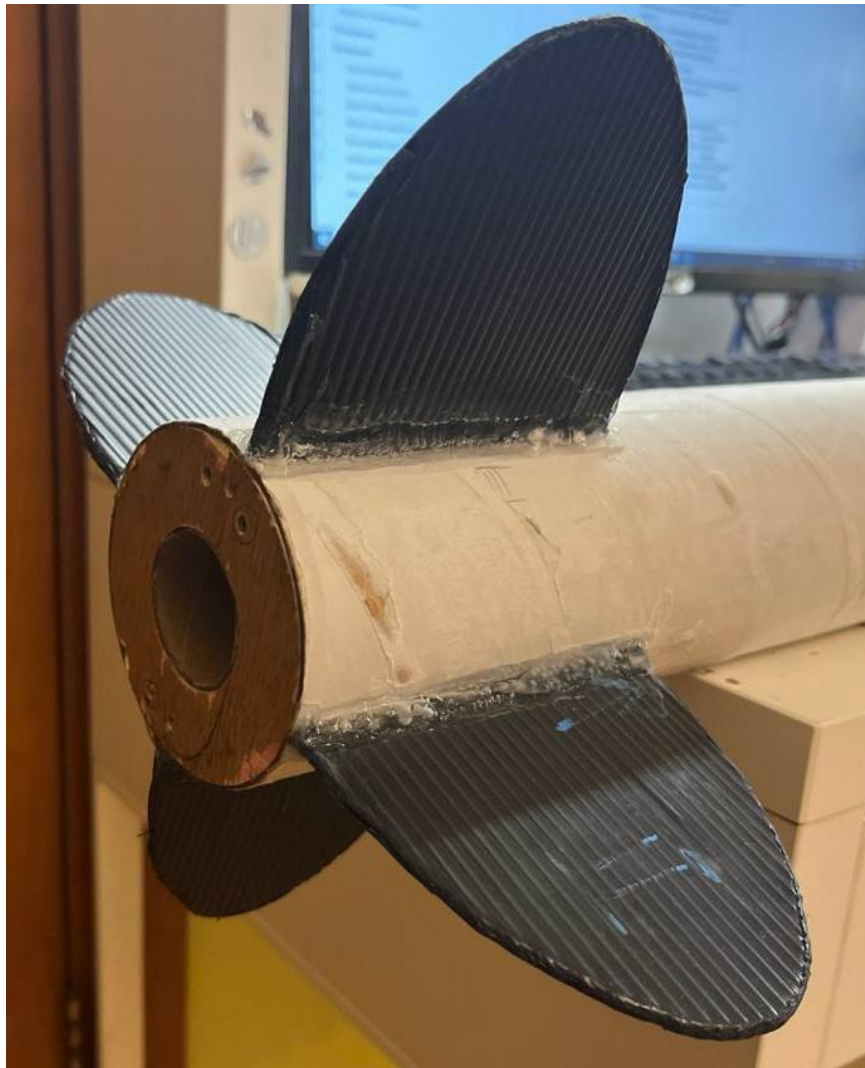
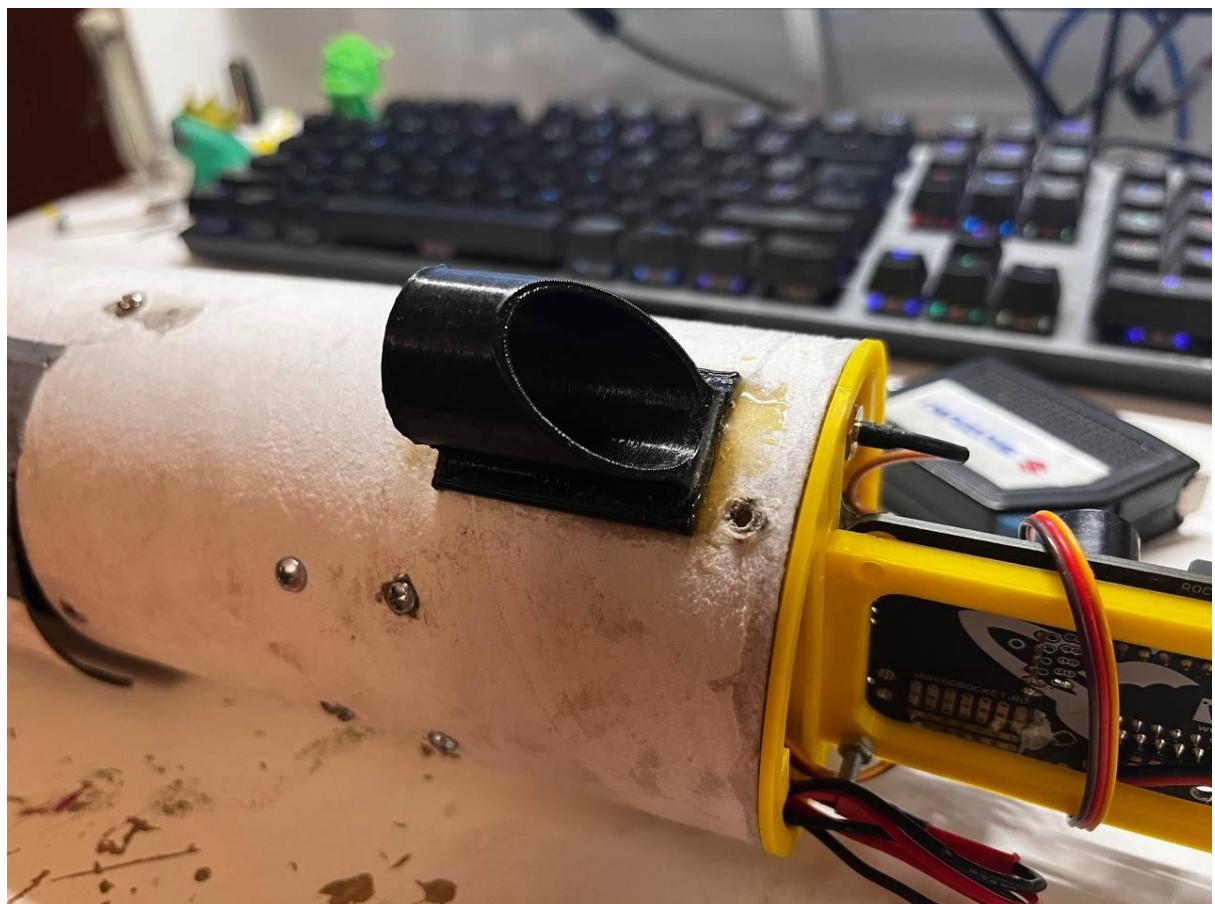
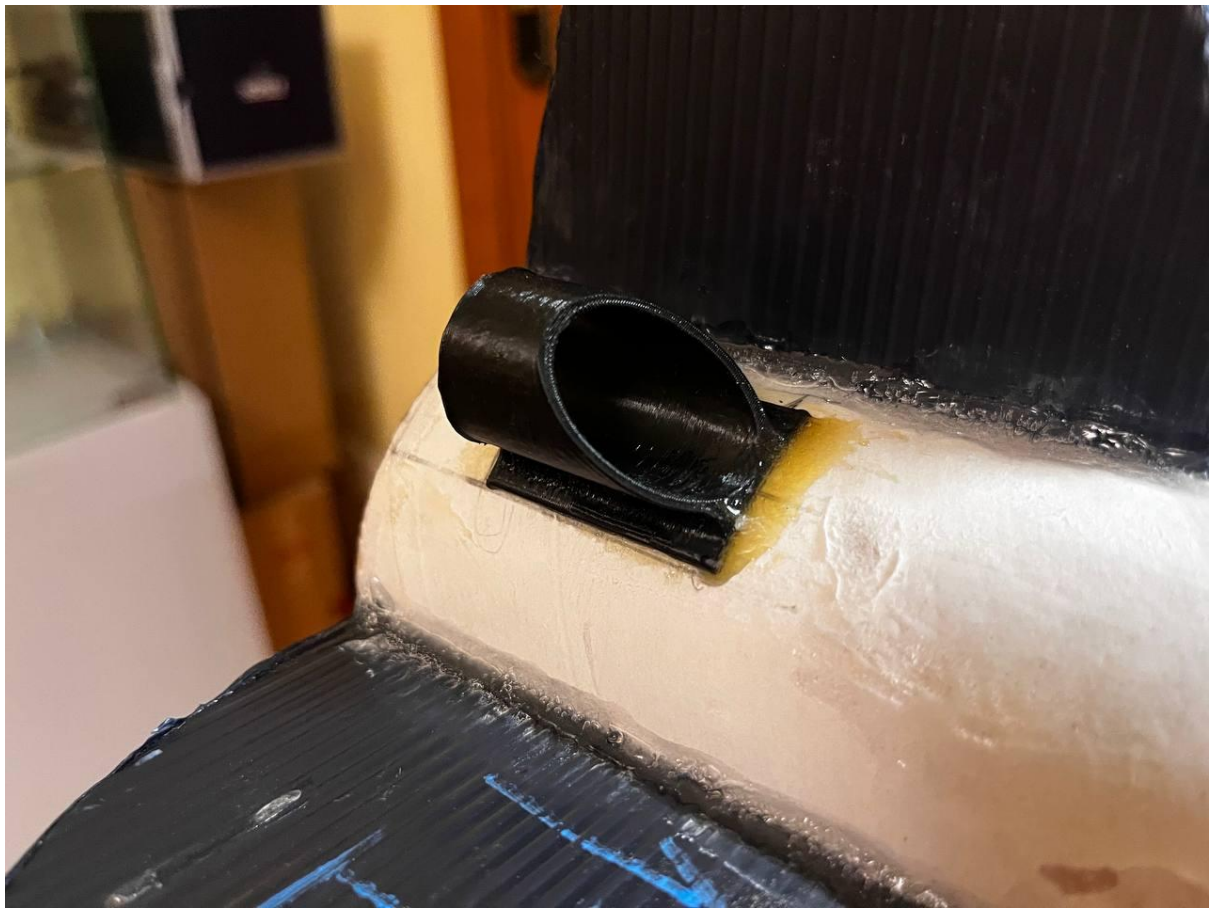
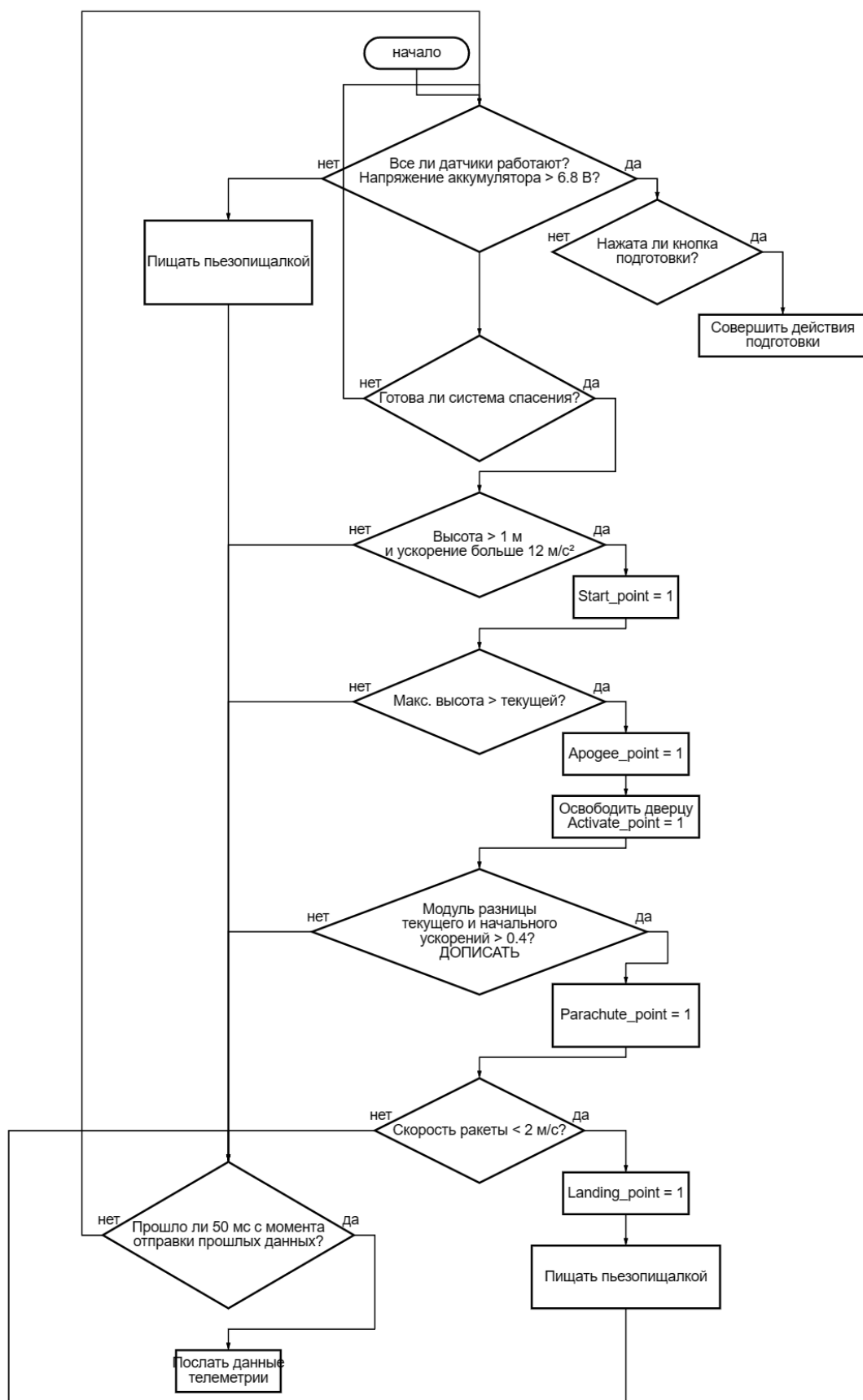


Фото приклеенных колен



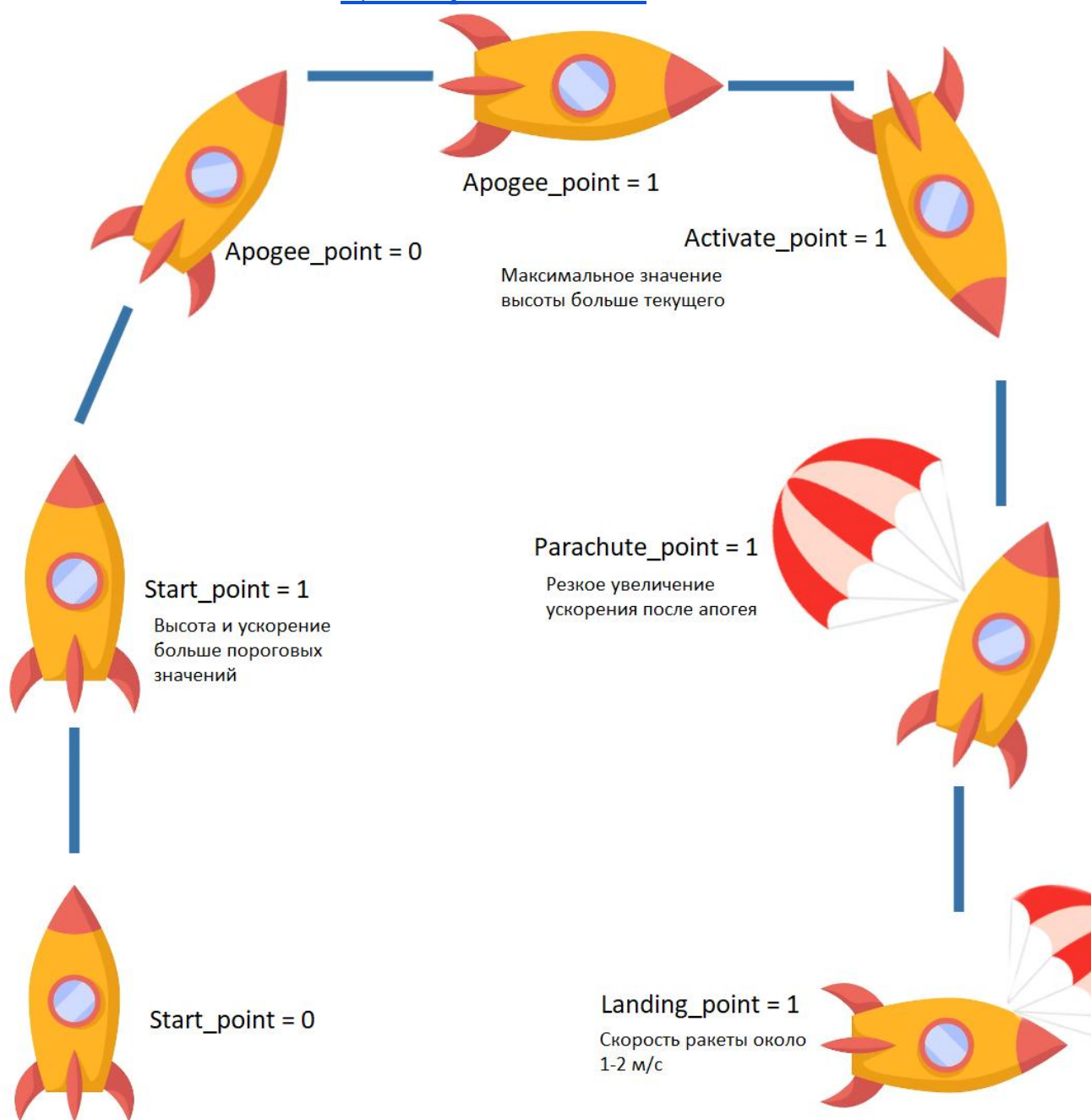
Блок-схема программы



Наша ракета



Циклограмма полета



Крепление парашюта



Крепление двигателя



Механизм системы спасения



Процесс покраски

