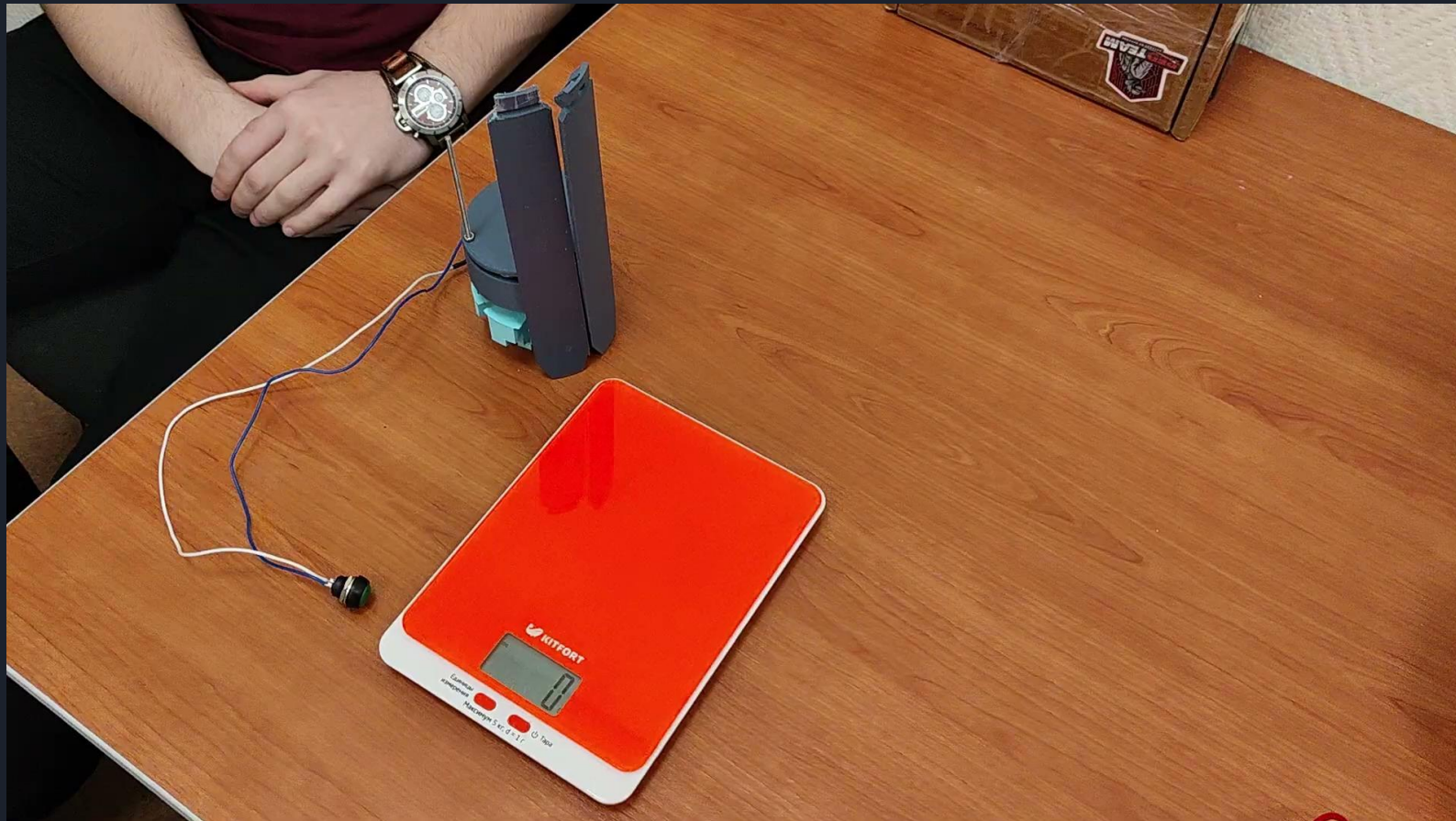


Тест подъема аппарата



План-график работ

№	Сроки	Содержание работ
1	Октябрь	Определение дополнительных миссий аппарата, постановка задач
2	Ноябрь - Декабрь	Выбор способов решения поставленных задач, определение состава аппарата, разработка модели аппарата, подбор комплектующих
2	Декабрь	Прохождение онлайн-тестирования
3	Январь	Разработка модели аппарата, начало написания кода, подготовка к отборочной сессии
4	Февраль	Отборочная сессия, доработка ПО, доработка модели аппарата, разработка печатных плат
5	Март	Изготовление элементов конструкции аппарата, доработка ПО, испытания всех систем
6	Апрель	Разработка ПО для взаимодействия всех систем, сборка аппарата, пайка микросхем
7	Май	Сборка тестовой модели аппарата, проведение испытаний, проверка работы всех систем, заочный допуск
8	Июнь	Разбор телеметрии с испытаний, устранение недочетов, сборка финальной модели аппарата
9	Июль	Финал чемпионата

Энергопотребление компонентов аппарата

Устройство	Количество, шт.	Потребление в рабочем режиме, А	Напряжение питания, В	Мощность, Вт
Микроконтроллер STM32F411 Black Pill	1	0,0234	3,3	0,07722
SD карта	1	0,25	3,3	0,825
Радиомодуль E220-400T22S	1	0,11	3,3	0,363
Акселерометр + гироскоп LSM6DS3	1	0,0009	3,3	0,00297
Магнитометр LIS3MDL	1	0,0002	3,3	0,00066
Датчик тока INA219	1	0,00002	3,3	0,000066
Фоторезистор VT93N1	2	0,0006	3,3	0,00198
АЦП 8-канальный AD5593RBRUZ	2	0,001	3,3	0,0033
GPS модуль NEO-7M	1	0,1000	5	0,5
Пищалка	1	0,025	5	0,125
Датчик давления, температуры, влажности BME280	1	0,012	5	0,06
Датчик примесей воздуха MICS-5524	1	0,032	5	0,16
Датчик качества воздуха CCS811	1	0,03	5	0,15
Датчик примесей воздуха MICS-6814	1	0,032	5	0,16
Компрессор JSB1523018	1	0,12	5	0,6
Электромагнитный клапан ZT2-3C	1	0,204	5	1,02
Мотор двухосевой панели GA12-N20	1	0,06	5	0,3
Мотор угловой панели GA12-N20	1	0,04	5	0,2
Мотор угловой лепестки GA12-N20 активные	2	0,26	16	4,16
Мотор угловой лепестки GA12-N20 пассивные	6	0,02	16	0,32
Пережигатель	2	2	4,1	8,2



Энергопотребление компонентов аппарата

Потребление	Ток, А
Максимальное потребление	3,245
Максимальное потребление (3,3V)	0,388
Максимальное потребление (5V)	0,859
Максимальное потребление (16V)	0,640

Токоотдача	Ток, А
Максимальная токоотдача	8,000
Максимальная токоотдача (3,3V)	4,500
Максимальная токоотдача (5V)	3,000
Максимальная токоотдача (16V)	1,000

Расчет скорости спуска без парашюта

уравнение скорости с учетом
аэродинамического
сопротивления

$$v = v_0 + \left(g - \frac{C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v^2}{2M} \right) \cdot t$$

$$v = \frac{2 \cdot M \cdot \left(\sqrt{\frac{2 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot g \cdot t^2 + 2 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v_0 \cdot t + M}{2}} - \frac{1}{2} \right)}{C_x \cdot S \cdot \rho \cdot t}$$

текущая скорость аппарата с учетом аэродинамического
сопротивления

$$s(t) = \int_0^t v(t) dt$$

текущее изменение высоты с учетом
аэродинамического сопротивления

$$C_x = 0.84$$

коэффициент аэродинамического
сопротивления

$$S = \frac{\pi \cdot (84 \text{ mm})^2}{4} = 5542 \text{ mm}^2$$

площадь сечения
аппарата

$$v_0 = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

начальная
скорость аппарата

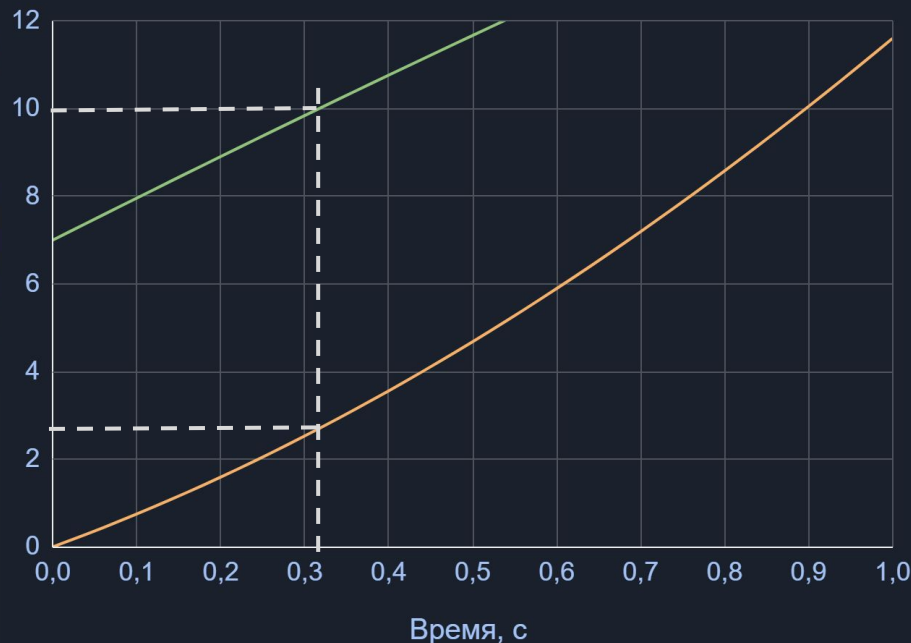
$$M = 840 \text{ gm}$$

масса аппарата

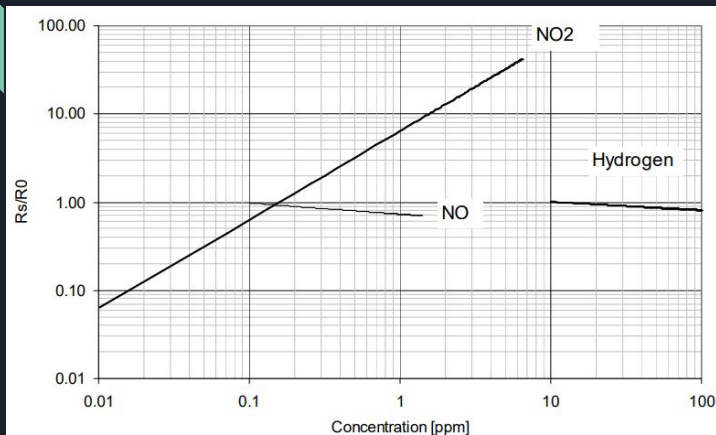
$$\rho = 1.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

плотность
воздуха

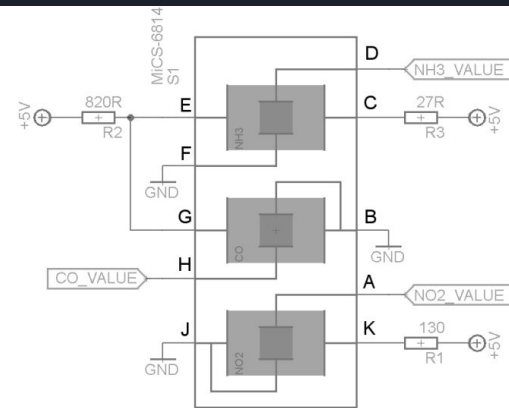
— Изменение высоты $s(t)$, м — Скорость спуска $v(t)$, м/с



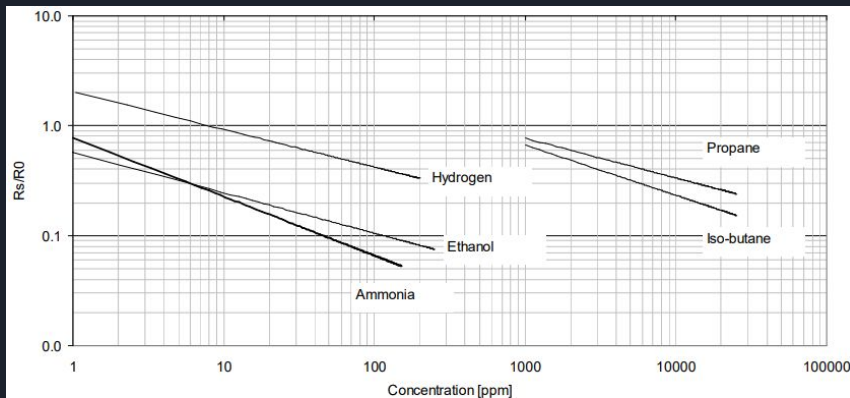
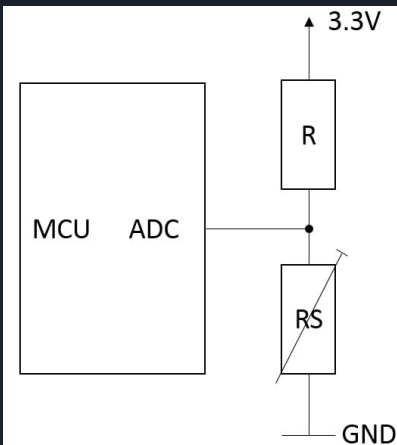
MICS



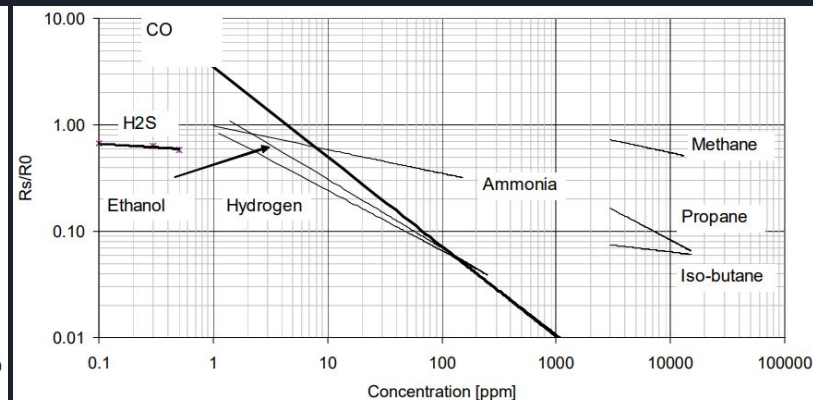
OX sensor, continuous power ON, 25°C, 50% RH



MiCS-6814 with recommended supply circuit (top view)



NH₃ sensor, continuous power ON, 25°C, 50% RH



RED sensor, continuous power ON, 25°C, 50% RH

Параметры датчиков

	Измерения	Диапазон измерений	Точность измерени я	Частота измерени я	Объем данных , байт
BME280	Температура	-40 - +85 град	0,5 град	157 Гц - 26,32 Гц	2
	Давление	30 - 110 кПа	100 Па (1 м)		4
	Влажность	0% - 100%	3%		2
	Высота		1м		4
LSM6DSL	Акселеромет р	16 g	40 mg	104,2 Гц	6
	Гироскоп	2000 град/с	3 град/с		6
LIS3MDL	Магнитометр	16 гаусс	1 гаусс	80 Гц	6
Ublox neo 7m	Широта	-	2,5 м	10 Гц	4
	Долгота	-			4
	Высота	0 - 50000 м			4
	Скорость, узл	0 - 500 м/с	0,1 м/с		-
	Время, с	-	30 нс		4
	Время, мкс	-			4
	Fix	-			-
Madgwick	q1, q2, q3, q4	-	-	40 Гц	16

	Измерения	Диапазон измерений	Точность измерения	Частота измерения	Объем данных, байт
Фото	Сопротивление	12-300K	-	28,6 Гц	4
INA219	Напряжение	0 - 26 В	1% (0,2%)	14,7 Гц	2
	Ток	-	1% (0,2%)		4
CCS811	углекислый CO2	400 – 8192 ppm		4 Гц	2
	концентрация летучих веществ TVOC	0 – 1187 ppb			2
MICS-5524	угарный CO	1 – 1000 ppm		4 Гц	2
	этанол C2H5OH	10 – 500 ppm			
	водород H2	1 – 1000 ppm			
	аммиак NH3	1 – 500 ppm			
MICS-6814	метан CH4	1000 ppm		4 Гц	2
	угарный CO	1 – 1000 ppm			
	диоксид азота NO2	0,05 - 10 ppm			
	аммиак NH3	1 - 300 ppm			
TF-luna 8M	Расстояние	0,2 - 8м	±6см (0,2-3м) ±2% (3-8м)	100 Гц	2

Расчет радиолинии (E220-400T22S)

c – скорость света

f – частота радио

λ – длина волны

d – максимальное расстояние между радиомодулями

ΣL – суммарные потери в пространстве

ΣP – суммарная мощность на входе в радиоприемник

P_{\min} – чувствительность радиоприемника

Δ – запас мощности на входе в радиоприемник

$$\Sigma l = -20 \log \left(4\pi \frac{d}{\lambda} \right)$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$

$f = 450.125 \text{ МГц}$

$\lambda = 0.666 \text{ м}$

$d = 7\,000 \text{ м}$

$\Sigma L = -102.417 \text{ dBm}$

$\Sigma P = P_{\text{прд}} - L_{\text{прд}} + G_{\text{прд}} - \Sigma L + G_{\text{прм}} - L_{\text{прм}} = -76 \text{ dBm}$

$P_{\min} = -117 \text{ dBm}$

$\Delta = \Sigma P - P_{\min} = 41 \text{ dBm}$



Радиомодуль	Кабель	Антенна	Воздух	Антенна	Кабель	Радиомодуль
22	-2	0	-102	8	-2	117
дБм	дБ	дБи	дБ	дБи	дБ	дБм
$P_{\text{прд}}$	$L_{\text{прд}}$	$G_{\text{прд}}$	ΣL	$G_{\text{прм}}$	$L_{\text{прм}}$	P_{\min}