



Проект CanSat команды «Granum»

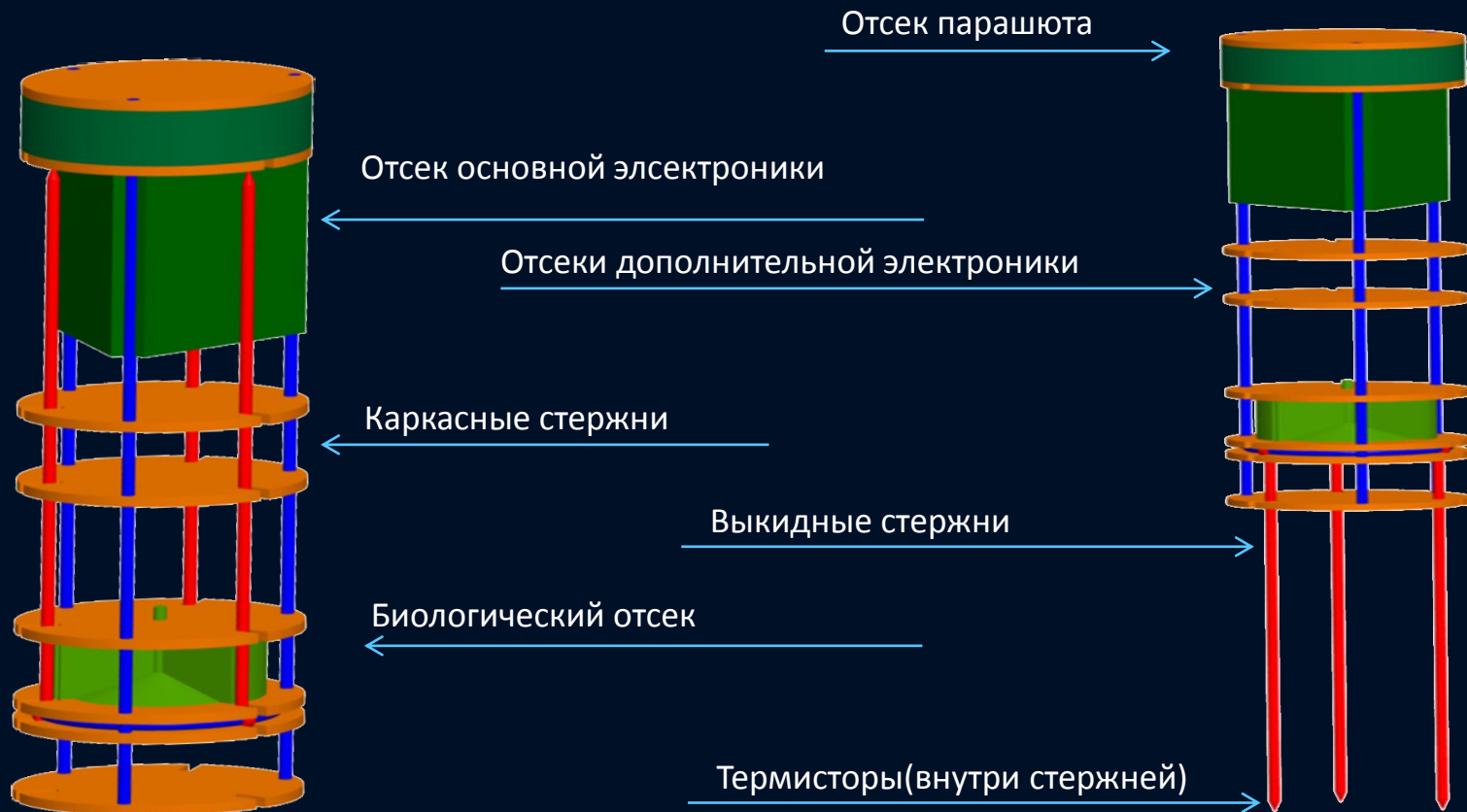
ЕКИМИАНИ Д., ЕЛЮТИН К., ЖУРАВЛЁВА И., НЕМИРОВА
К., ХРИСАНОВА А.
КУРАТОР: ПРОКОПЬЕВ В.

Цель проекта

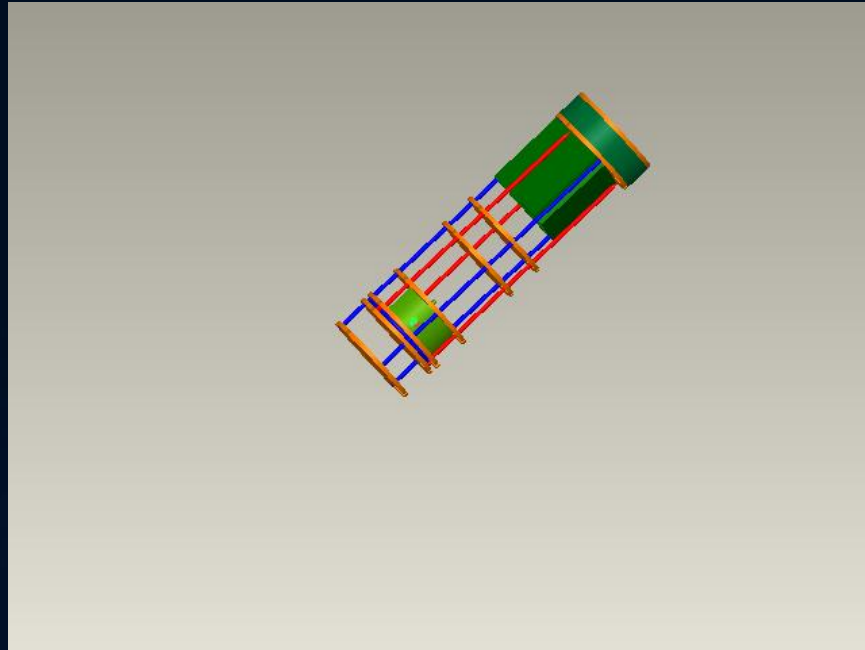
- Целью нашего проекта является создание аппарата для отработки некоторых компонентов, необходимых для изучения возможности выращивания растений на удалённых планетах.

Задачи основной программы	Задачи дополнительной программы
Обеспечение плавного спуска и посадки	Измерение параметров атмосферы (влажность и содержание CO ₂ и O ₂)
Измерение давления и температуры	Измерение параметров почвы (электрическое сопротивление, твердость и температура)
	Измерение параметров освещенности на поверхности
	Доставка семян и бактерий

Конструкция аппарата



Конструкция аппарата



Механизм выбрасывания стержня-зонда

Этапы полёта



Моделирование движения стержней-зондов в почве

- Сопротивление почвы смятию стержнями аналогично силе упругости и рассчитывается по формуле:

$$F(x) = -q * 2 * \pi * r^2 * 3 * 1.3 * x = -k * x$$

Через закон сохранения энергии возможно выразить глубину погружения стержней аппарата от скорости спуска и твердости почвы:

$$x = \frac{v\sqrt{m}}{\sqrt{q * 2 * \pi * r^2 * 3 * 1.3}}$$

Моделирование движения стержней-зондов в почве

Определение оптимальной скорости спуска

$$v = x * \frac{\sqrt{q * 2 * \pi * r^2 * 3 * 1.3}}{\sqrt{m}}$$

Скорость спуска аппарата заданная регламентом соревнований – от 5 до 11 м/с

Пределы возможной твердости почвы изменяются
от 10 Н/см³ (вспаханное поле)
до 50 Н/см³ (грунтовая дорога)



Моделирование движения стержней-зондов в почве

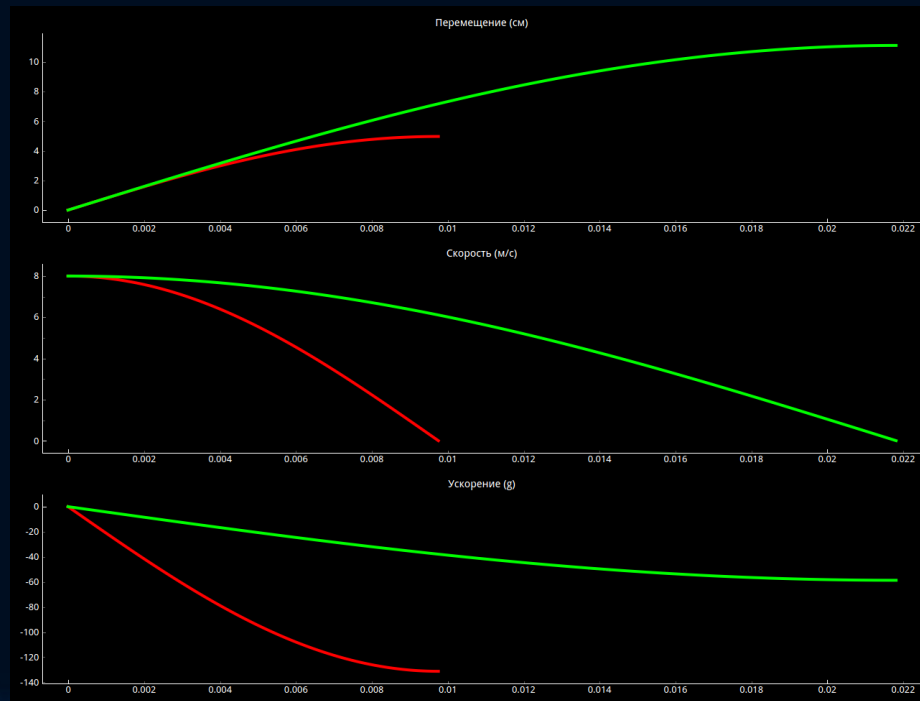
Движение тела под действием пружины описывается формулой:

- $X(t) = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} * \sin\left(\sqrt{\frac{m}{k}} t\right)$

- $v(t) = v_0 \frac{m}{k} * \cos\left(\sqrt{\frac{m}{k}} t\right)$

- $a(t) = -v_0 \frac{m^2}{k^2} * \cos\left(\sqrt{\frac{m}{k}} t\right)$

- Из графика функций видно, что ускорение не превышает 140g и длится не более 10 мс, что является приемлемыми значениями для конструкции.



Расчет парашюта

Задачи парашюта:

- ✓ Сориентировать аппарат перпендикулярно к поверхности земли.
- ✓ Обеспечить скорость приземления аппарата 8м/с при массе 0.35кг.

$$V = \pi r^2 h = 68.4 \text{ см}^3.$$

Где: $R = 3,3 \text{ см}$
 $h = 2 \text{ см}$

Аэродинамический расчет парашюта

Расчет площади парашюта

$$S = \frac{2mg}{\rho C_x V^2} = 0.07 \text{ м}^2.$$

Где:

$$m = 350 \text{ г}$$

$$g = 9.81 \text{ м/с}^2$$

$$\rho = 1.2 \text{ кг/м}^3$$

$$C_x = 1.3$$

$$V = 8 \text{ м/с}$$

Расчет диаметра купола парашюта

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 0.3 \text{ м}.$$

Где: $S = 0.07 \text{ м}^2$

Схема парашюта

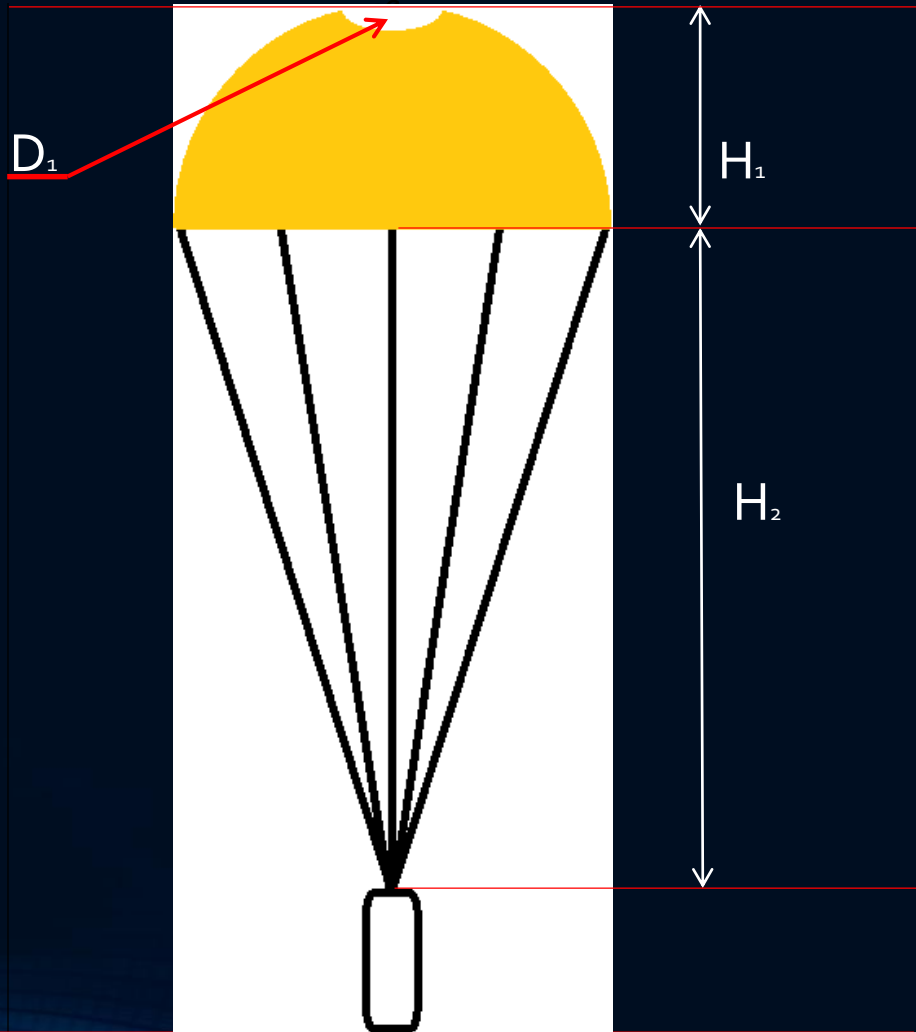
Параметры:

$$D_1 = 3 \text{ см}$$

$$H_1 = 0.17 \text{ м}$$

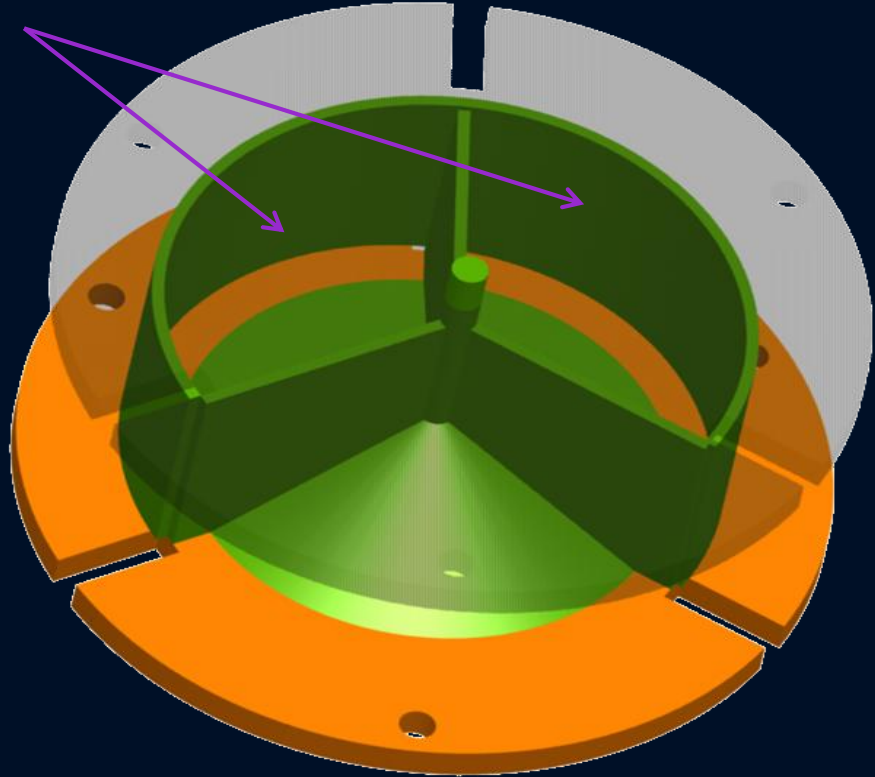
$$H_2 = 2H_1 = 0.34 \text{ м}$$

- Купол: парашютная ткань.
- Стропы: тонкие капроновые нити.

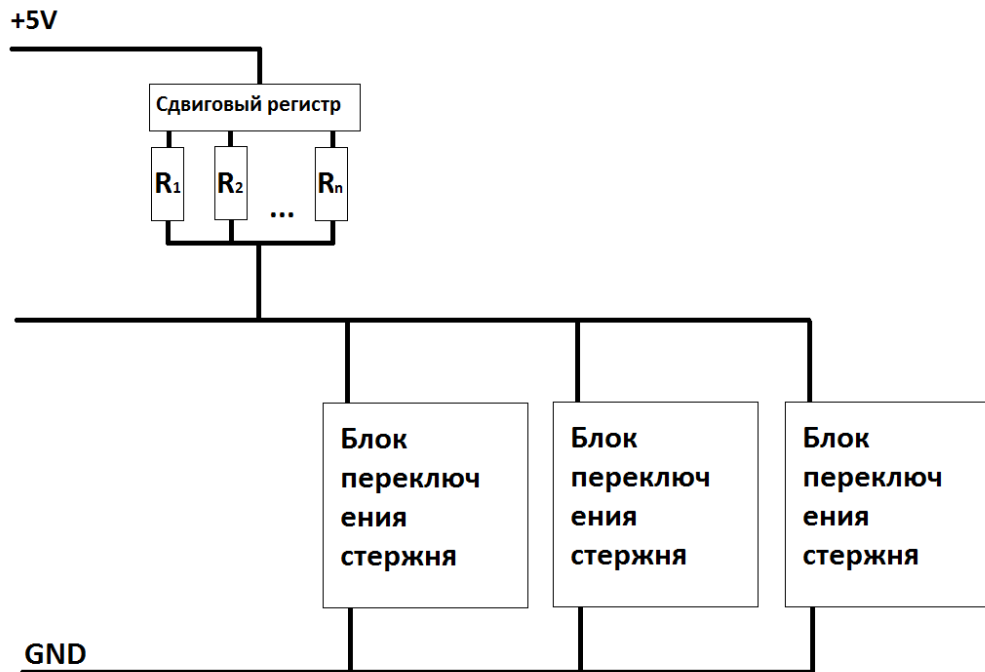


Конструкция биологического отсека

Здесь находятся семена и бактерии в гранулах

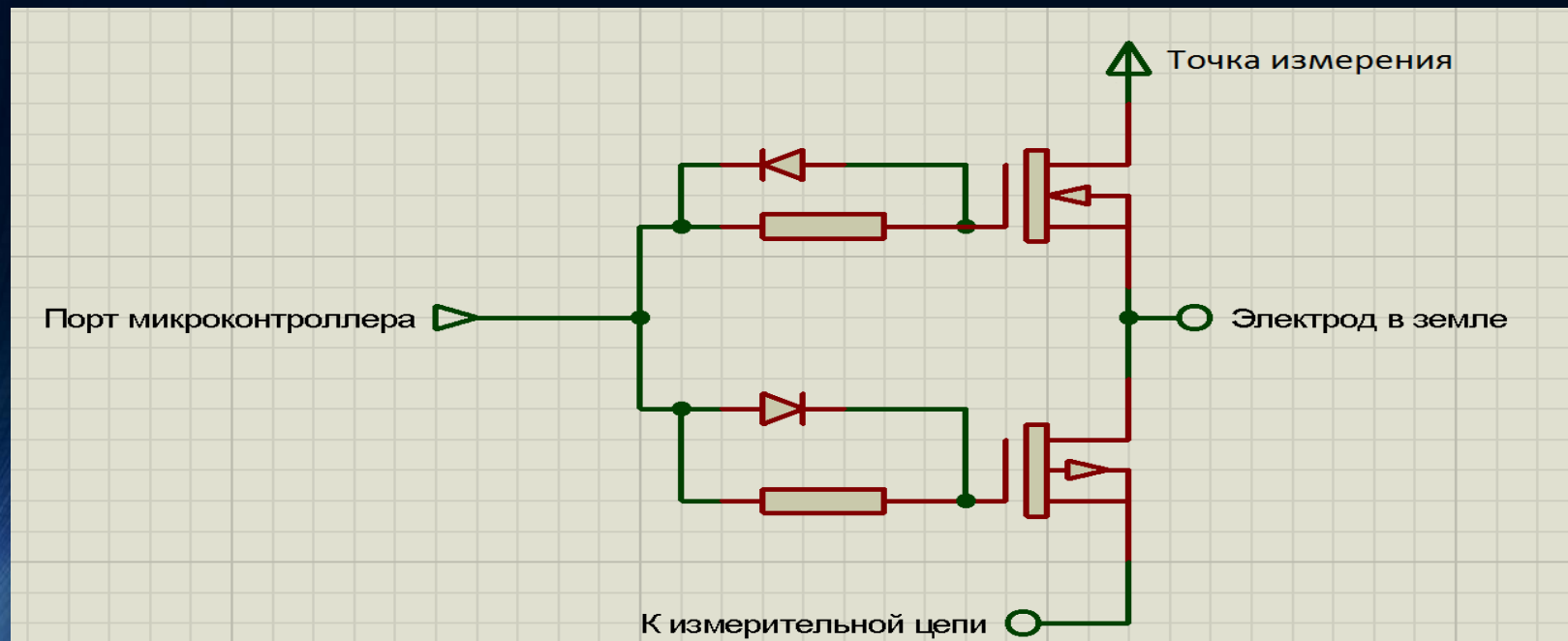


Система измерения электрического сопротивления почвы



К измерительной
цепи

Блок переключения стержня

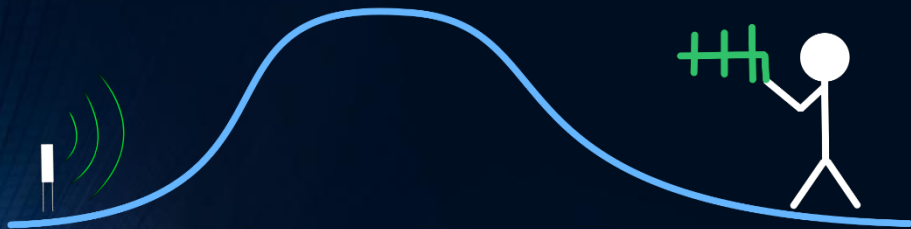


Датчики

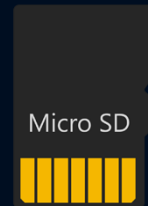
Датчик	Название	Пределы	Точность	Интерфейс
Акселерометр	ADXL375	$\pm 200g$, три оси	$\pm 50mg$	SPI/IIC до 1600 Hz
Влажности и температуры	DHT22	0-100% -40-80°C	$\pm 2\%$ $\pm 0,5^\circ C$	1-wire
Кислорода	SK 25F	0-30%O ₂	$\pm 1\%$	Аналоговый
Углекислого газа	CDM4161 a	400-4000 ppm	$\pm 20\%$	Аналоговый

Компонент	Ток
Atmega128	50mA
DHT22	1.5mA
CDM4161A	100mA
MPX5100	10mA
ADXL375	1mA
DS18B20	5mA
RXQ3-443	30mA
	197,5mA

Накопление собранных данных



Опасность потери самых интересных – полученных после посадки
данных из-за помех



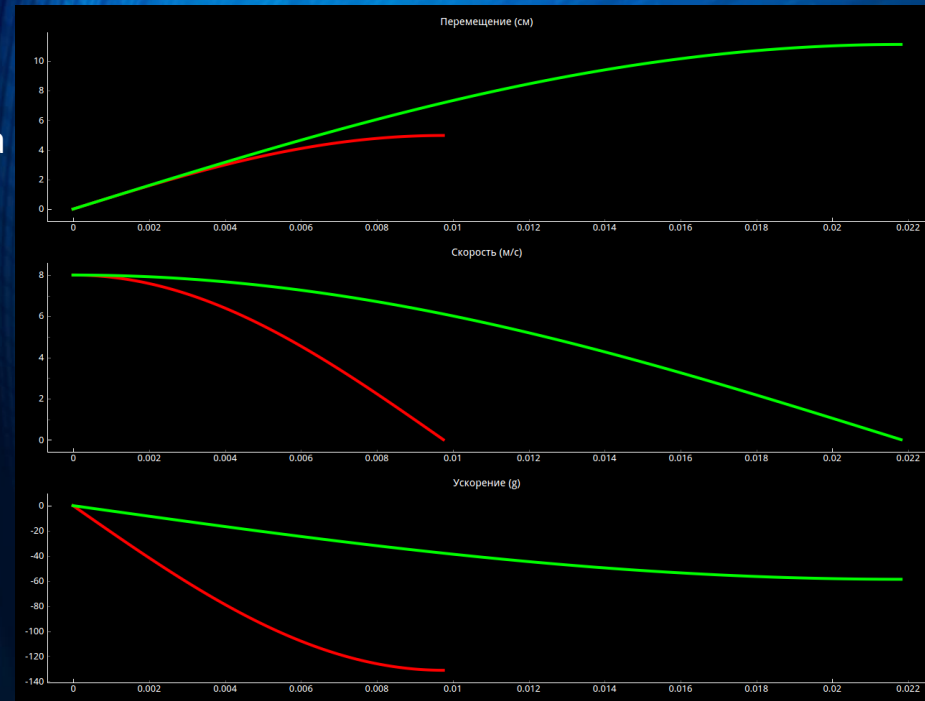
Для нейтрализации этой опасности на аппарате предусмотрен накопитель собираемых данных на основе флеш-памяти.

Наземная обработка полученных данных

Используя показания акселерометра и метод двойного интегрирования мы можем определить глубину погружения стержней-зондов в почву. На основании этих данных мы можем судить о ее твердости

На основании полученных данных о твердости, электропроводности и температуре мы можем получить представление о составе почвы и ее свойствах (теплопроводности), следовательно о пригодности к прорастанию семян.

На основании данных атмосферы, полученных во время спуска, можем судить о наличии газов, необходимых для жизни растений.

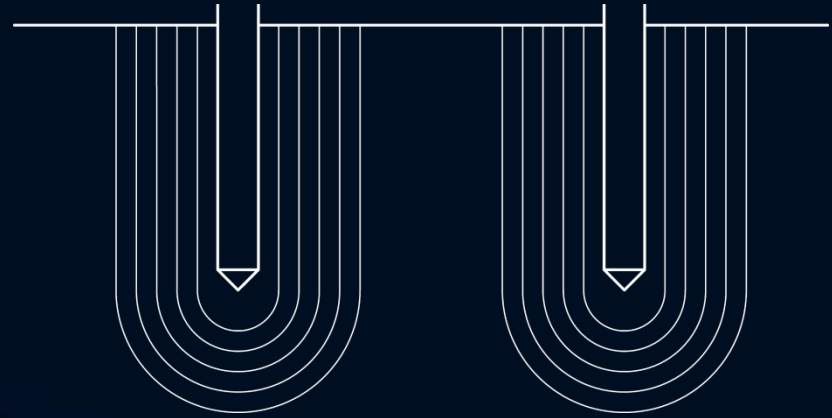


Наземная обработка полученных данных

- Для определения удельного сопротивления почвы мы используем формулу Дуайта:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} * \frac{\ln(4L) - 1}{r},$$

$$\rho = \frac{R * r * 2\pi l}{\ln(4L) - 1}$$



Масса аппарата

Наименование	Масса, г	Количество	Итого, г
Акселерометр (ADXL375)	0.30	1.00	1.00
microSD с держателем	3.00	1.00	3.00
Платы стандартного конструктора	43.00	1.00	43.00
Термистор	1.00	3.00	3.00
Датчик кислорода (25F)	7.00	1.00	7.00
Модуль измерения количества CO ₂ (CDM4161a)	6.00	1.00	6.00
Датчик влажности и температуры(DHT22)	9.00	1.00	9.00
Параютная система	15.00	1.00	15.00
Батарея	15.00	3.00	45.00
Семена (1 см ³)	0.39	68.40	25.00
Механизм рассыпания семян	8.06	1.00	8.06
Зонд (h=200mm,r_o=3, r_i=2mm)	6.14	3.00	18.42
Итог:			183.48
Остается на корпус			166.52

Аварийные ситуации

<u>Аварийные ситуации</u>	<u>Последствия</u>	<u>Меры предосторожности</u>
1. Не раскроется парашют	Аппарат разобьется.	Правильная укладка парашюта в отсек
2. Отказ отдельных элементов электроники:		
а) Микропроцессор	Полная потеря управления над аппаратом и связи с ним.	Нет
б) Датчики	Потеря данных, собираемых во время полета и приземления.	Нет
в) Исполнительные устройства	Частичная потеря управления над аппаратом.	Резервирование исполнительных органов
3. Падение:		
а) В водоем	Потеря данных, собираемых после посадки.	Нет
б) На камень	Возможна поломка выдвижных стержней.	Нет
в) В лес	Возможность застрять в ветках деревьев.	Пережигание нитей парашюта (появляется возможность падения)

Заключение

Подводя итоги, хочется отметить, что наш проект полностью соответствует предоставленным требованиям, а то есть заданной массе и стоимости аппарата. И более того, по нашим расчетам, мы полностью сможем проделать заданные научные задачи. Исходя из всего вышеперечисленного, можно сказать, что большинство условий нами были учтены, и вероятность успешного исхода будущего запуска достаточно высока.

Спасибо за внимание!