



# Ракетные технологии

Проект ММРН (Модель многоразовой ракеты-носителя)

# Проблема, которую решает проект

Отсутствие многоразовой ракеты-носителя  
малого класса для вывода на орбиту малых  
космических аппаратов

## Цель проекта

Разработка и создание модели многоразовой ракеты-носителя, способной доставить на определённую высоту модель пикоспутника

# Плюсы и минусы малых ракет-носителей

Плюсы малых РН: небольшая стоимость запуска РН, небольшое количество наземных служб, оперативный запуск

Минусы малых РН: высокая стоимость подъёма груза на орбиту, маленькая полезная нагрузка

## Примеры ракет-носителей малого класса

- Таймыр - 180 кг за 10,8млн\$, 60,000\$/за кг
- Electron - 150 кг за 6,6 млн\$, 44,000\$/за кг
- SS-520-4 - 3 кг за 4,3 млн\$, 1,4млн\$/за кг
- Алдын – до 100кг за 18млн\$, 180,000\$/за кг

## Примеры ракет-носителей среднего и тяжёлого класса

- Протон – 23т за 70млн\$, 3,000\$/за кг
- Союз – 7т за 40млн\$, 5,750\$/за кг
- FalconHeavy – 60т за 90млн\$, 1500\$/за кг

# Задачи проекта

- Спроектировать и сделать модель многоразовой ракеты-носителя
- Спроектировать и сделать модель спутника
- Разработать систему спасения
- Спроектировать и сделать стартовый комплекс (стартовую площадку, пульт)

# Необходимые ресурсы

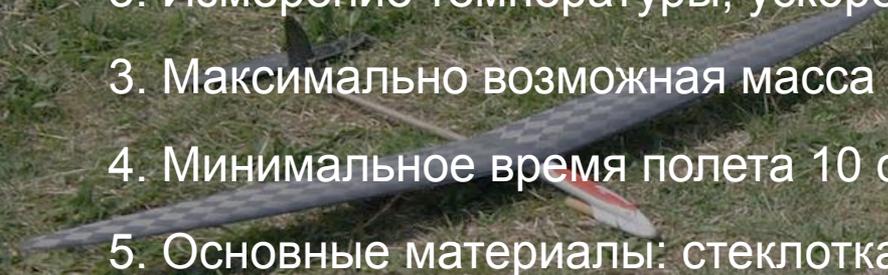
Программисты, физики-теоретики, проектировщики;

Паяльная станция, 3D-принтер, компьютеры;

Нить накаливания (для эксперимента по созданию запала), хороший ви-фи, стеклоткань, эпоксидная смола, пластик ABS, краска, микроконтролер, материал для купола парашюта, Arduino и датчиковая аппаратура, элементы питания, электроаппаратура, оправка для корпуса ракеты, капроновая нить, пенопласт, пеноплекс, направляющая (для ракеты), стартовый стол, фиксатор стартового стола, компенсатор рывка головного обтекателя, цианакрилатный клей с отвердителем;

# Технические требования проекта

1. Размер «спутника» 5x5 - 10x10 (в зависимости от типа двигателей)
2. Минимальная высота полета модели - 100 метров
3. Измерение температуры, ускорения, высоты за время полета.
3. Максимально возможная масса ракеты-носителя 500г, спутника - 250г
4. Минимальное время полета 10 секунд
5. Основные материалы: стеклоткань, пластик ABS
6. Влагостойкий и ударопрочный корпус



# Роли в команде

Костевич Л.В.: Специалист по 3D моделям

Терехов Е.Ю.: Проектировщик и исполнитель

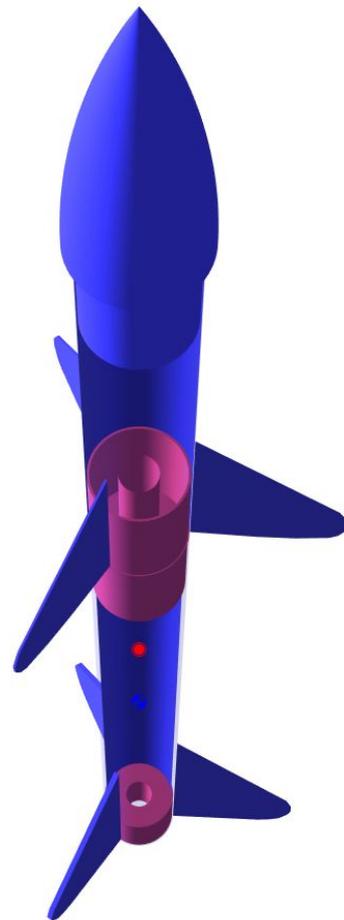
Шишкин Ю.А.: Конструктор, Электронщик,

Трофимов С.Е.: Проектировщик стартового комплекса

Гапуненко Е.А.: Электронщик

Токарев В.А.: Физик-математик

Золотарский Ф.Г.: Электронщик



# Планирование работ

Задачи	Ответственные	Срок исполнения
1.Создать модель многоразовой ракеты-носителя	Слава, Егор.Т	7 дней
1.1 Разработать и распечатать обтекатель и стабилизаторы на 3D принтере	Лев	3 дня
1.2 Разработать, просчитать и создать корпус ракеты	Слава, Юра	3 дня
1.3 Рассчитать аэродинамику и баллистику ракеты	Слава	1 день
1.4 Создание системы отделения пикоспутника	Егор Т.	1 день
2. Создать модель пикоспутника формата CubeSat	Лев, Федор, Саша, Егор.Г	5 дней
2.1 Создать 3D модель корпуса спутника	Лев	2 дня
2.2 Собрать пикоспутник (в том числе и распечатать на 3D принтере)	Вся команда	3 дня

# Планирование работ

Задачи	Ответственные	Срок исполнения
2.3 Запрограммировать плату Arduino	Федор, Егор Г.	4 дня
2.4 Настроить датчиковую аппаратуру	Егор Г.	3 дня
3. Создание стартового комплекса	Семён, Юра	
3.1 Создание стартового стола	Семен	1 день
3.2 Создание ЦУПа	Юра	2 дня
3.3 Создание пульта	Юра	1 день
3.4 Создание запалов	Вся команда	1 день
4 Создание системы спасения	Слава, Лев, Егор.Г	
4.1 Создание парашюта	Слава, Егор.Г	1 день
4.2 Создание самого механизма системы спасения	Слава, Лев	2 дня

# Конструкция ракеты-носителя

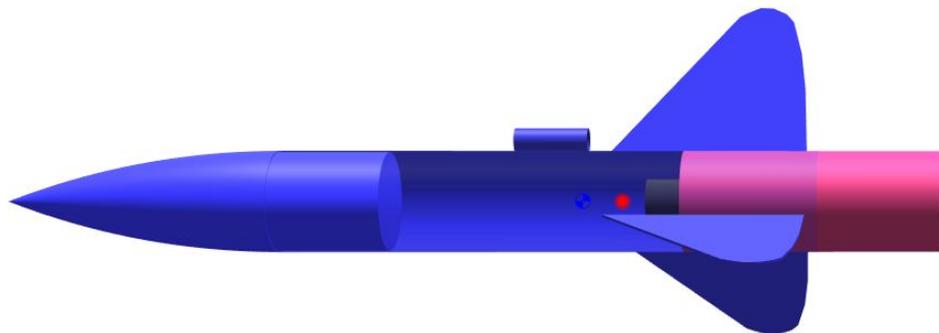
Стеклопластиковый корпус;

Две ступени;

Головной обтекатель и стабилизаторы из АБС пластика (3-Д печать);

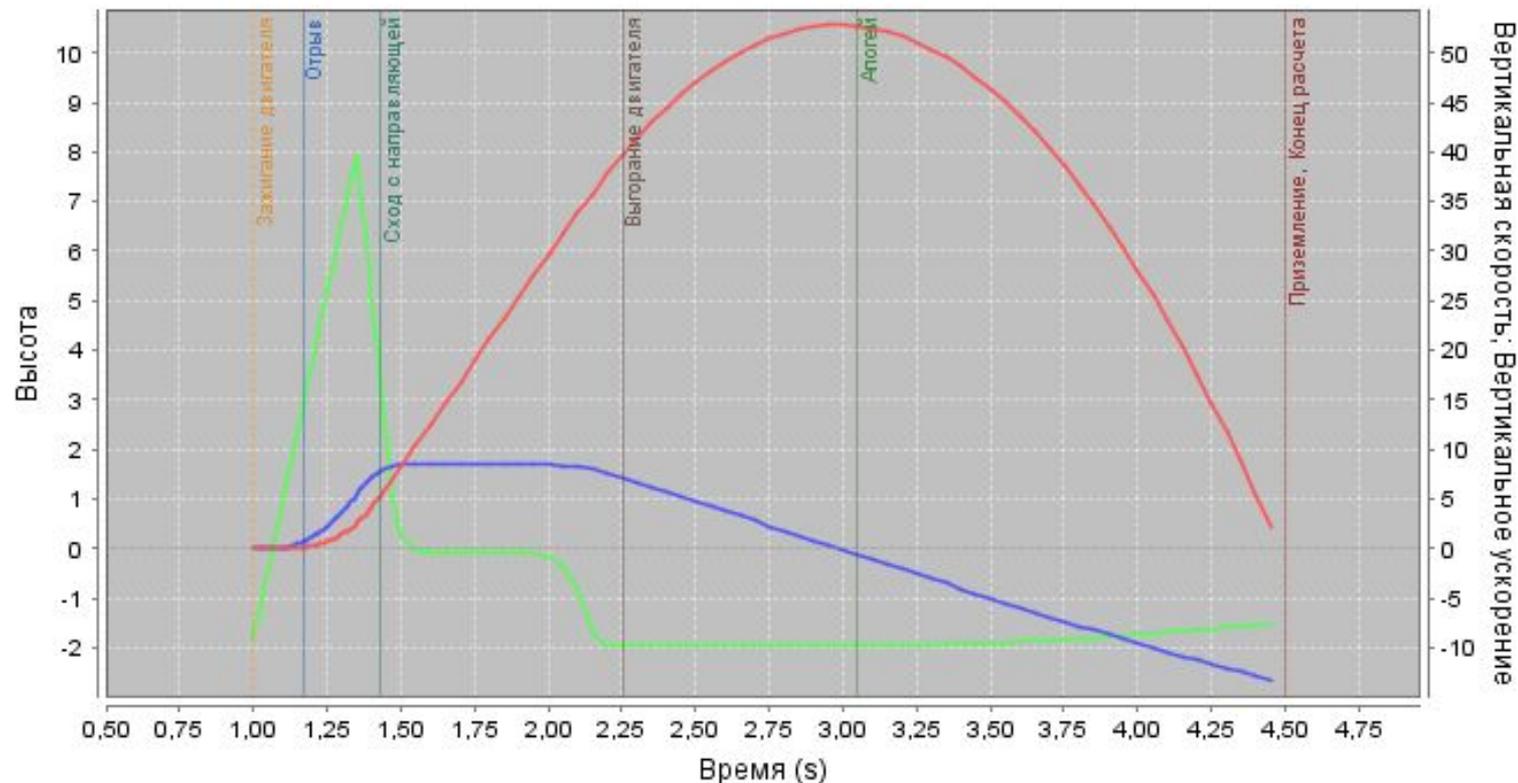
Парашют;

Двигательный отсек;



Моделирование полета второй ступени

## Вертикальное перемещение / Время



— Высота (m) — Вертикальная скорость (m/s) — Вертикальное ускорение (m/s<sup>2</sup>)

Клик+тащить вниз-вправо для увеличения, тащить влево-вверх для уменьшения

Показать точки данных



Закреть

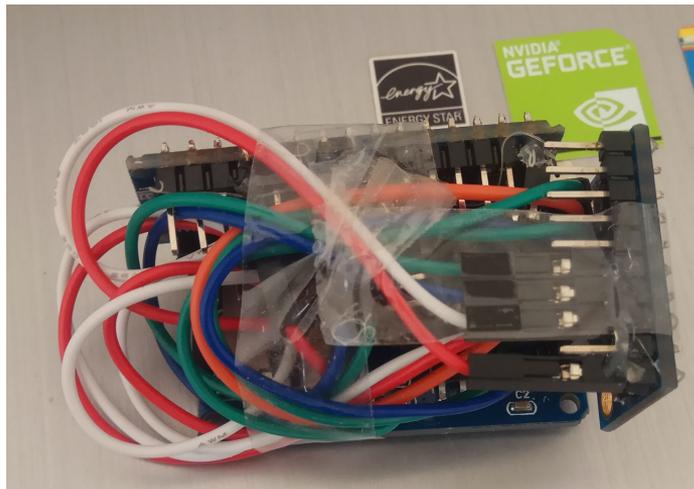
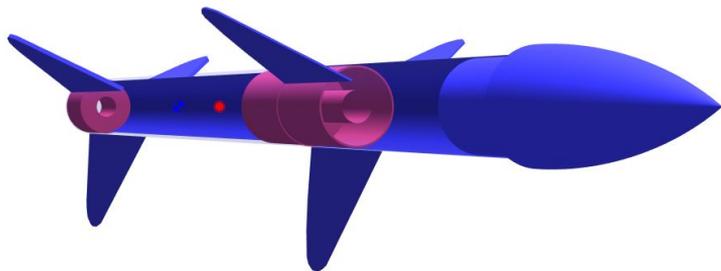
# Конструкция пикоспутника

Корпус из ABS-пластика

Электроника (ПН)

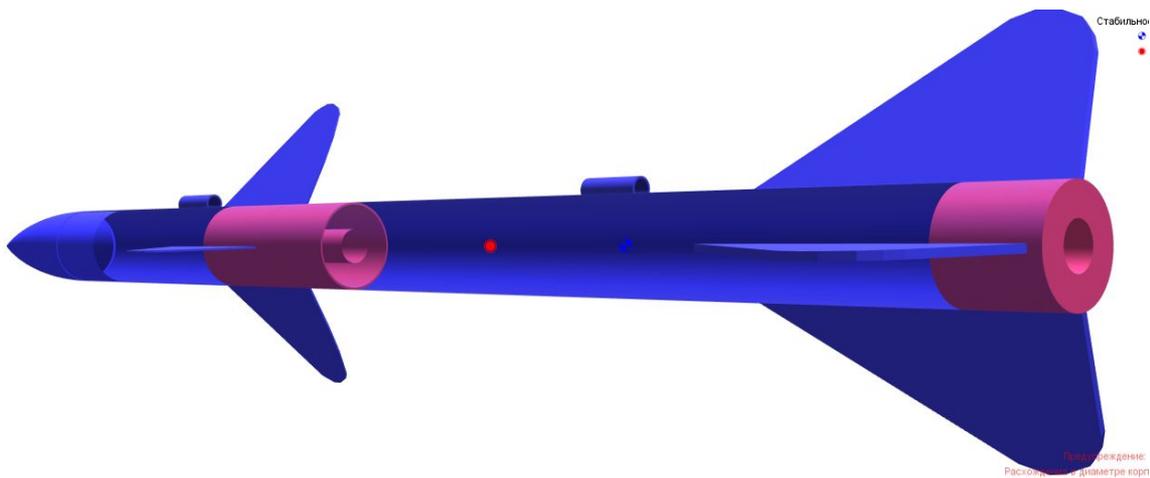
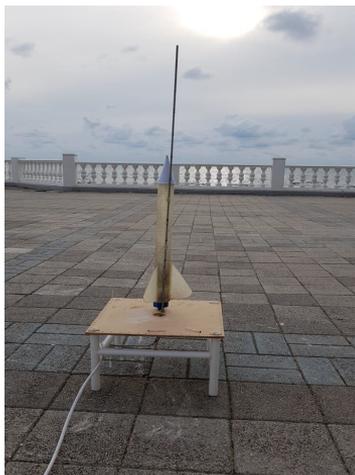
Набор датчиков для измерения температуры, давления и т.д.

Arduino Nano



# Результат

- В ходе работы над проектом мы создали три модели ракет-носителей, две из которых были одноступенчатые, а третья двухступенчатая;
- Написали программу для Arduino NANO и подключили датчиковую аппаратуру;
- Разработали и создали стартовый комплекс (стартовый стол + пульт);
- Совершили серию запусков ракет.



Спасибо за внимание!