

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
“МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ”

MOSCOW AVIATION INSTITUTE SPACE ASSOCIATION  
(MAISA)

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по теме:  
PERSEVERANCE MARS-2020

Москва

2022

## Список исполнителей

Тимлид команды \_\_\_\_\_ Гиголаев А.А.

Физик \_\_\_\_\_ Евсеев Ю.В.

Программист \_\_\_\_\_ Мирошников Д.Е.

Программист \_\_\_\_\_ Калиниченко А.А.

Программист \_\_\_\_\_ Беспалов А.М.

## Реферат

Страниц – 12, книг отчета – 1, иллюстраций – 4, таблиц – 1, использованные источники – 2.

### СИМУЛЯЦИЯ ПОЛЕТА НА МАРС, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ, МЕЖОРИТАЛЬНЫЕ ПОЛЕТЫ, ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Объектом исследования является марсоход «Perseverance», а также космический корабль «Atlas V», предназначенный для его доставки на поверхность Марса.

Цель работы – разработка математической и физической модели и проведение симуляции исторической миссии «МАРС 2020».

В процессе работы проводилось детальное изучение информации о конструкции корабля и марсохода.

В результате исследования были составлены математические модели, на основе реальных данных, был построен прототип корабля в системе KSP и проведен пилотируемый полет к Марсу.

Основные конструктивные показатели: высокая схожесть с реальным космическим аппаратом.

## Содержание

Список исполнителей.....	2
Реферат.....	3
Термины и определения.....	5
Введение .....	7
Основная часть .....	8
Заключение .....	11
Список использованных источников .....	12

## Термины и определения

В настоящем отчете о научно-исследовательской работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Kerbal space program	Компьютерная игра, система для симуляции космических полетов.
----------------------	---

## Перечень сокращений и определений

В настоящем отчете о научно-исследовательской работе применяют следующие сокращения и обозначения.

KSP	Kerbal space program.
-----	-----------------------

## Введение

В наше время все активнее проводятся наблюдения за экосистемой Марса. Многие ученые рассматривают эту планету как «новый дом» для человечества. Одним из прорывов в изучении Марса стал полет космического корабля «Atlas V» с миссией «Mars 2020». На борту корабля находился марсоход «Perseverance» и вертолет Ingenuity, которые были успешно доставлены на красную планету 18 февраля 2021 года. Эти беспилотные транспортные средства также являются небольшими научными лабораториями: так, в марсоходе «Perseverance» установлен бур и отсек для гильз, в которые можно поместить образцы пород с поверхности Марса.

Наша команда сделала выбор в сторону этой миссии из-за ее комплексности и важности для дальнейшей судьбы человечества.

## Основная часть

### 1 этап. Разработка математической модели.

Юрий Евсеев, физик из команды MAISA, разработал ряд математических моделей, в число которых входили:

\*формулы еще не напечатаны

Дмитрий Мирошников, Артем Калиниченко и Артем Беспалов, программисты из команды MAISA, пользуясь историческими данными, с помощью языка программирования Python и библиотек Numpy и Matplotlib смоделировали графики выведенных математических законов, которые бы смогли пригодиться при испытаниях. Среди них:

Рисунок 1

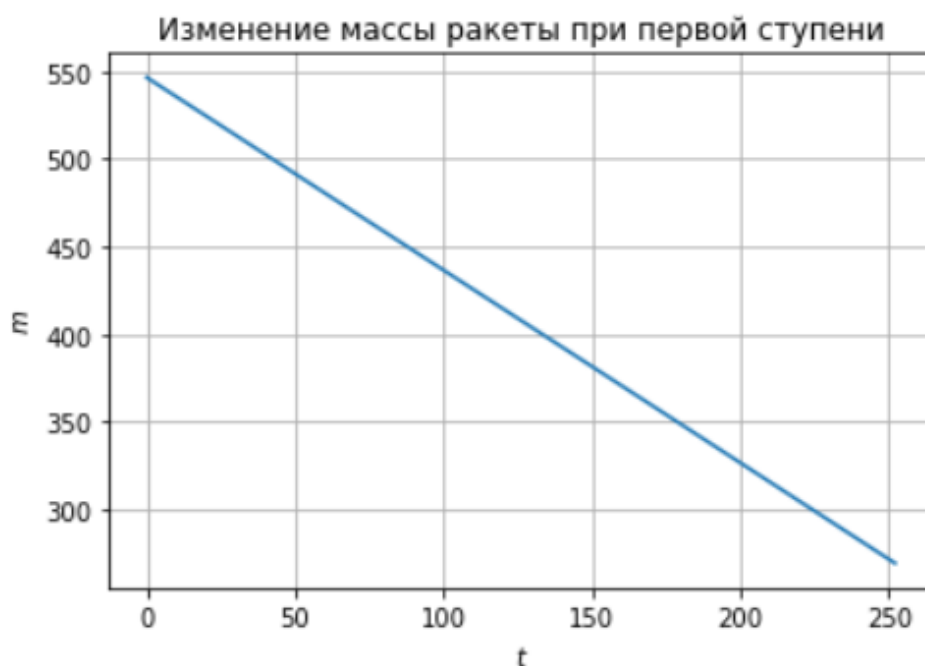




Рисунок 2

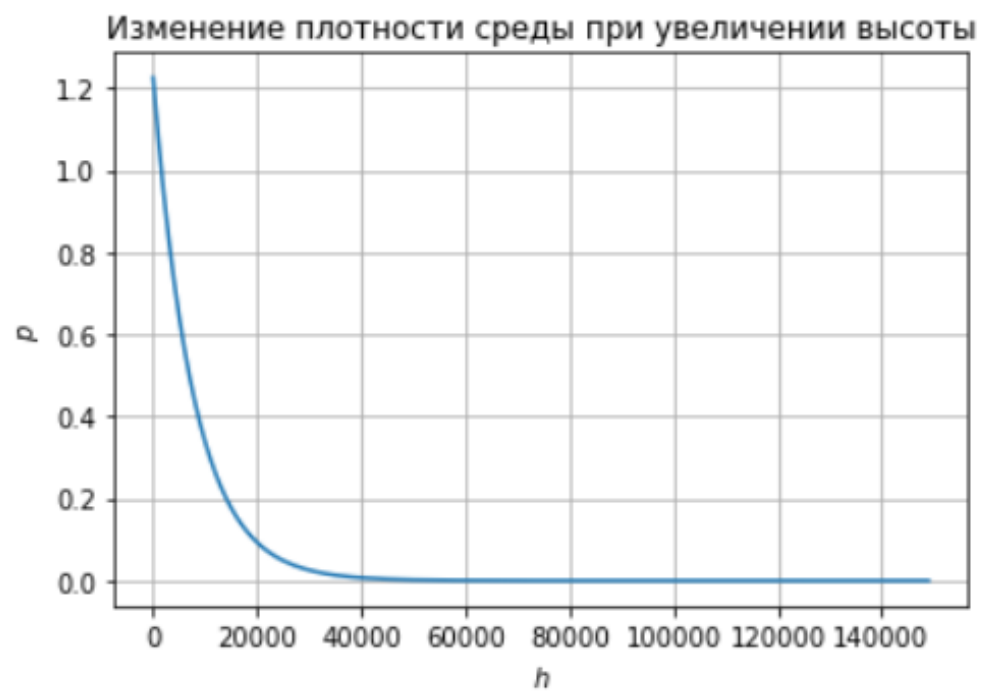


Рисунок 3

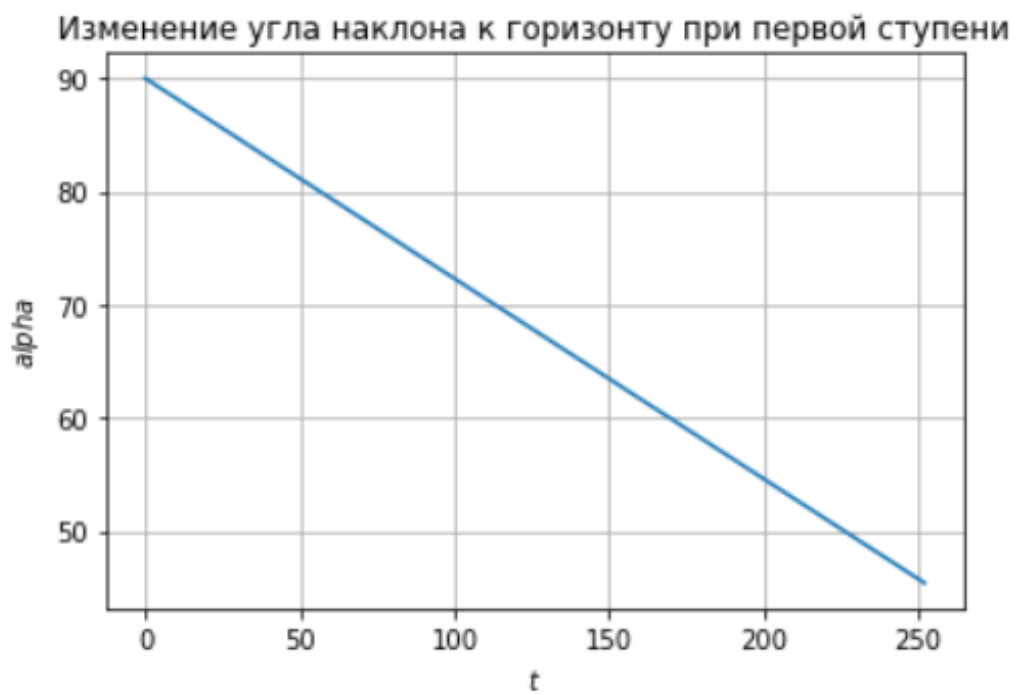
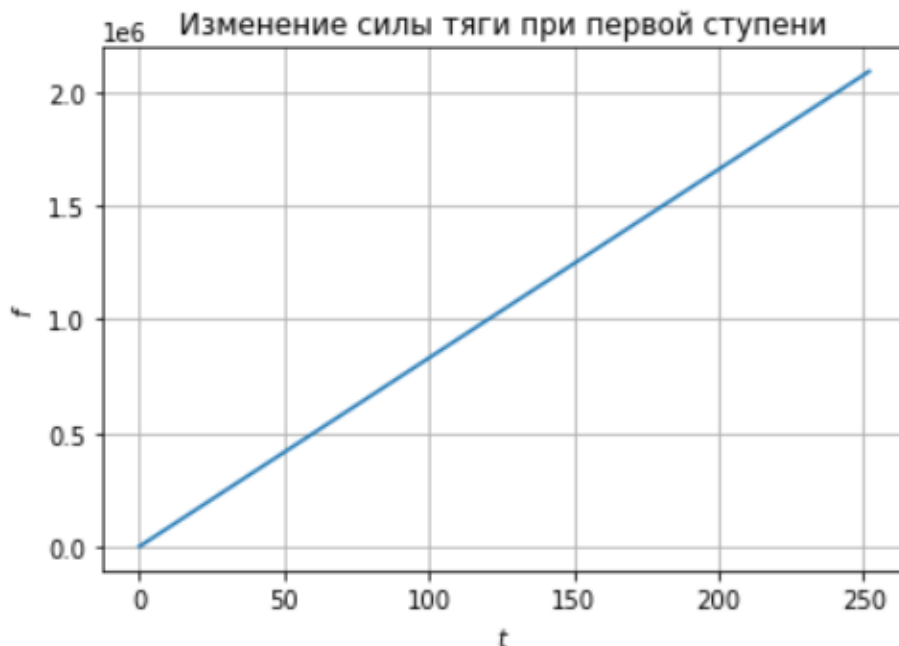


Рисунок 4



После проведения сравнительного анализа оказалось, что исследование имеет много «подводных камней», с которыми почти невозможно справиться.

Так, например, конструкция ракетносителя и беспилотников настолько сложна, что для успешной реализации полета необходимо около 2000 деталей в KSP. Такое количество не только трудно собрать, так и почти невозможно протестировать. Мощный настольный ПК тяжело переживал такие нагрузки. Количество кадров в секунду, порой, опускалось ниже 20. Конечно, ни о какой записи экрана для демонстрации в таких условиях не может идти и речи.

Тимлидом было принято решение позаимствовать готовый полет, записанный на более совершенном оборудовании и использовать его в качестве презентационного материала. Однако для того, чтобы проверить результаты исследования, было необходимо вручную протестировать ракетноситель и снять показания телеметрических приборов KSP. Команде удалось собрать некоторые данные и сопоставить их со значениями, которые представлены на графиках.

**\*таблица еще не закончена**

## Заключение

Несмотря на трудности, у команды MAISA получилось найти решение, позволяющее исследовать историческую миссию MARC 2020. Были составлены математические модели, запрограммированы графики и проведено испытание. По результатам сравнительного анализа можно вынести вердикт: расчеты команды **сошлись/не сошлись** с экспериментальными данными, полученными в ходе полета.

## Список использованных источников

1. Статья из Википедии про миссию: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Марс-2020#Полёт\\_и\\_посадка\\_на\\_Марс](https://ru.wikipedia.org/wiki/Марс-2020#Полёт_и_посадка_на_Марс)
2. Видео полета KSP: <https://www.youtube.com/watch?v=KCipAbwlas8&t>