

# Выход на орбиту на космических кораблях Восток - 1 и Союз - 2.16

КОМАНДА "TUNDRA"



# НАША КОМАНДА

ПУПЫКИН Т.Д. – Тимлид, программист, KSP, математик, физик

БАКИРОВ И.Э. – Монтажёр, технический писатель, математик

ПОПОВ Е.А. – Технический писатель, математик

САВЕЛЬЕВ А.С. – Математик, KSP, программист

# ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ПЛАН РАБОТЫ

## Цель:

Найти все различия в полетах  
двух аппаратов: Союз

2.1 летательных б и Восток 1

## Задачи:

1. Создание физико-математической модели миссии
2. Конструирование моделей ракет
3. Моделирование траектории полёта
4. Запуск симуляции
5. Сравнение математической модели и результатов симуляции
6. Проведение правок
7. Анализ полученных результатов
8. Написание отчета по ГОСТу

## План работы:

1. Распределение обязанностей внутри команды
2. Обсуждение плана работы
3. Изучение физики выхода на орбиту
4. Построение математической модели
5. Изучение 3D-модели самолёта для нахождения коэффициента аэродинамического сопротивления
6. Построение графиков различных показателей ракет во время выполнения операции
7. Симуляция операции в KSP

# ОПИСАНИЕ МИССИИ ВОСТОК-1

«Восток-1» («Восток») — советский космический корабль из серии «Восток», первый в мире космический аппарат, поднявший на своём борту человека на околоземную орбиту.

Полёт начался с запуска ракеты-носителя "Восток-К" с космодрома Байконур.

После старта ракета начала набирать высоту и скорость, двигаясь по заранее рассчитанной траектории.

Ракета-носитель состояла из нескольких ступеней. По мере расходования топлива ступени отстреливались. Это позволило экономить топливо и увеличить скорость. Первая ступень была отделена на высоте около 42 км, после чего включилась вторая ступень для дальнейшего подъема и разгона. Важнейшей задачей было достижение первой космической скорости для выхода на орбиту.

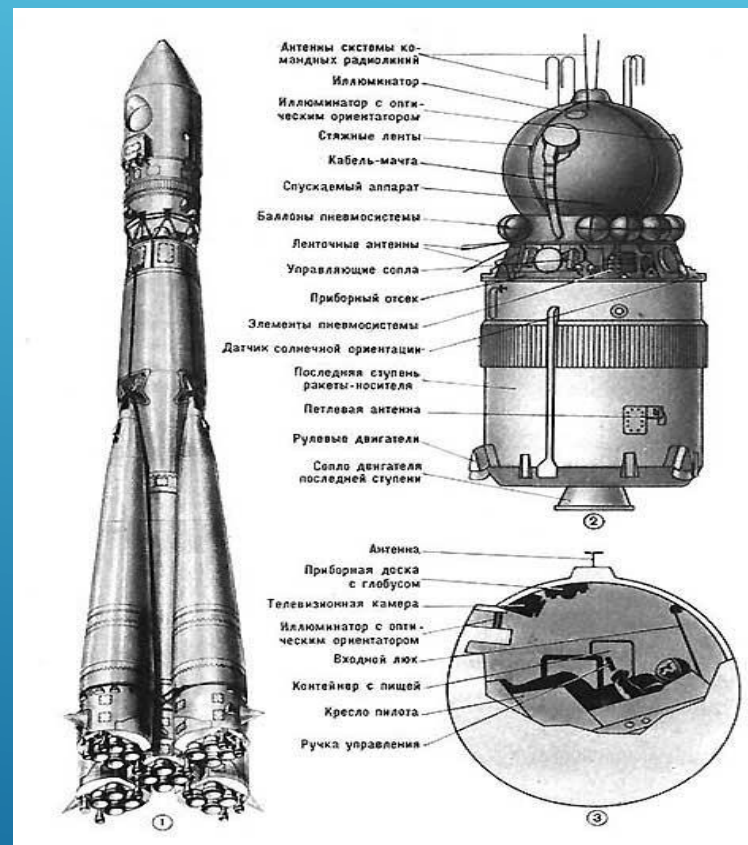
Ракета двигалась постепенно повышая высоту и скорость, пока не достигла заданной орбитальной скорости.

На высоте около 150 км началась работа третьей ступени, которая обеспечила заключительный разгон, позволив капсуле "Восток" выйти на околоземную орбиту.

После достижения необходимой скорости и высоты третья ступень ракеты отделилась, и космический корабль "Восток-1" оказался на орбите.

Один полный оборот вокруг Земли занял примерно 89 минут.

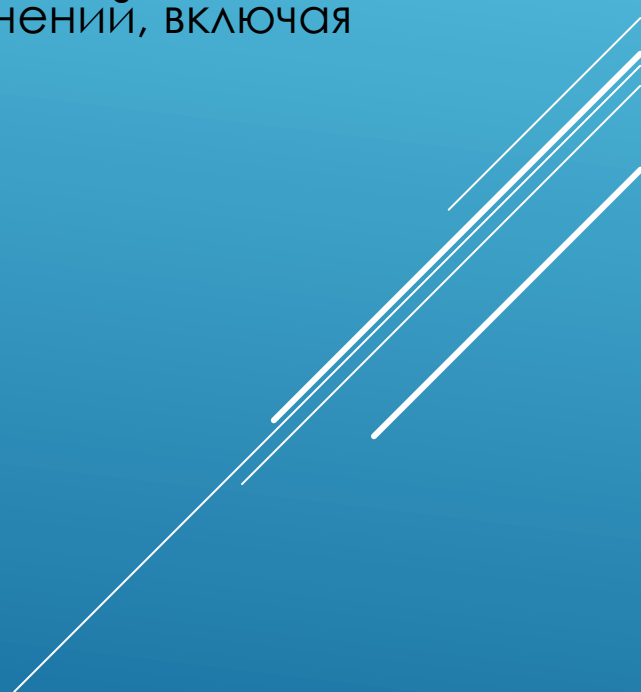
На орбите Юрий Гагарин провел краткие наблюдения и описания, передавая сообщения на Землю о своем состоянии и условиях внутри корабля.



# ОПИСАНИЕ МИССИИ СОЮЗ-2.1Б

Ракета-носитель «Союз-2.1б» разработана на базе серийной ракеты-носителя «Союз-У» с применением усовершенствованных жидкостных ракетных двигателей РД-107А на первой, РД-108А на второй и РД-0124 на третьей ступенях и современной системы управления и измерений российского производства, что существенно повысило точность выведения и увеличило выводимую массу полезных грузов на низкие орбиты.

Ракеты-носители «Союз-2» в сочетании с разгонным блоком «Фрегат» предназначены для запусков космических аппаратов на околоземные орбиты различных высот и наклонений, включая геопереходные и геостационарную, а также отлетные траектории.



# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Итоговая система уравнений:

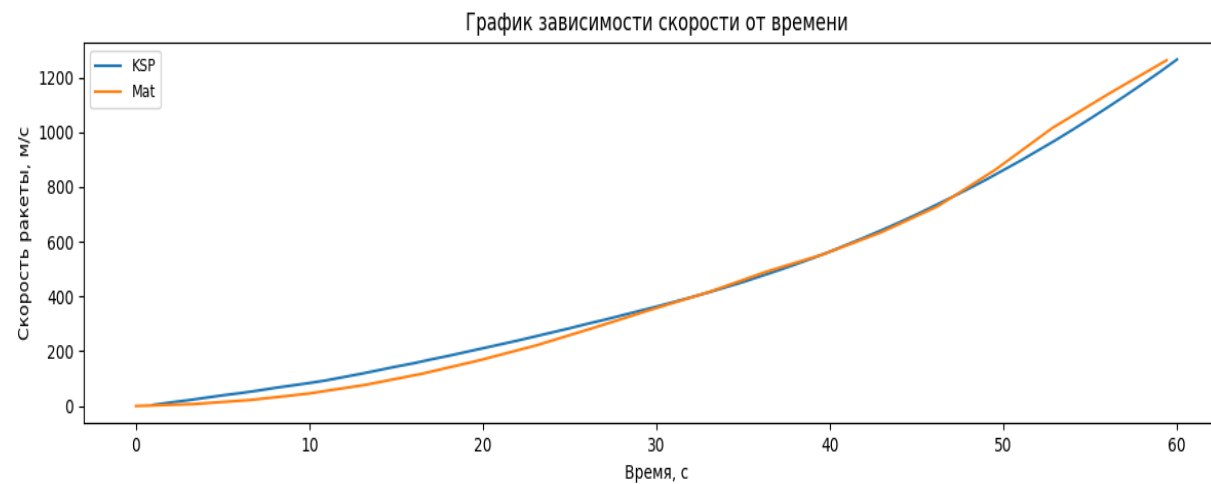
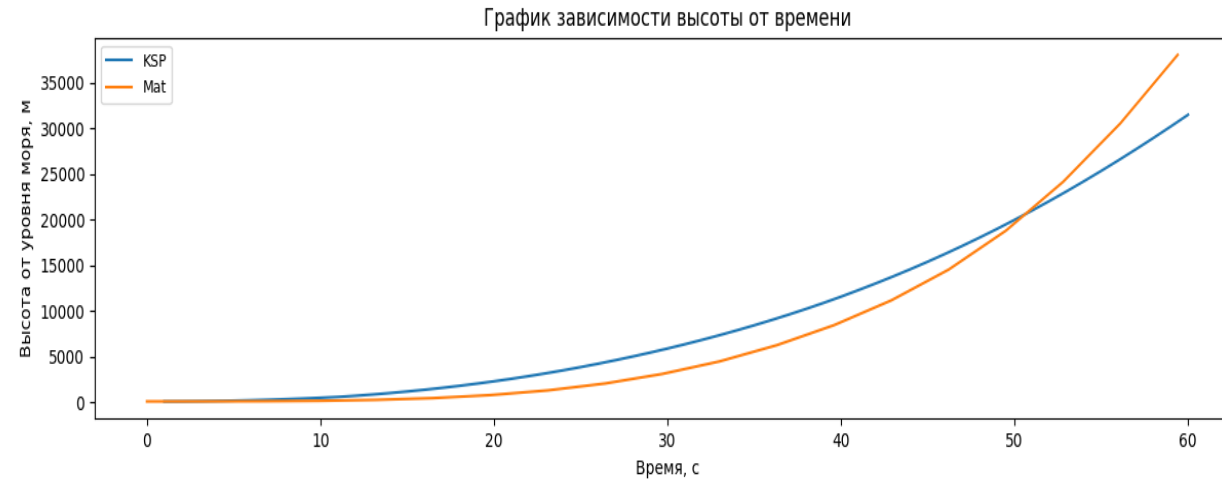
$$\begin{cases} h''(t) = a(t) \\ a = \frac{Fm*\cos(90-)-Fg-Fd}{m(t)} \\ Fd = \frac{p(h)*V^2*Cd*A}{2} \\ Fg = \frac{\mu*m(t)}{R^2} \\ m(t) = m0 - m.*t \\ m. = \frac{P}{I_{уд}} \end{cases}$$

Все математические модели  
представлены в отчётном документе:



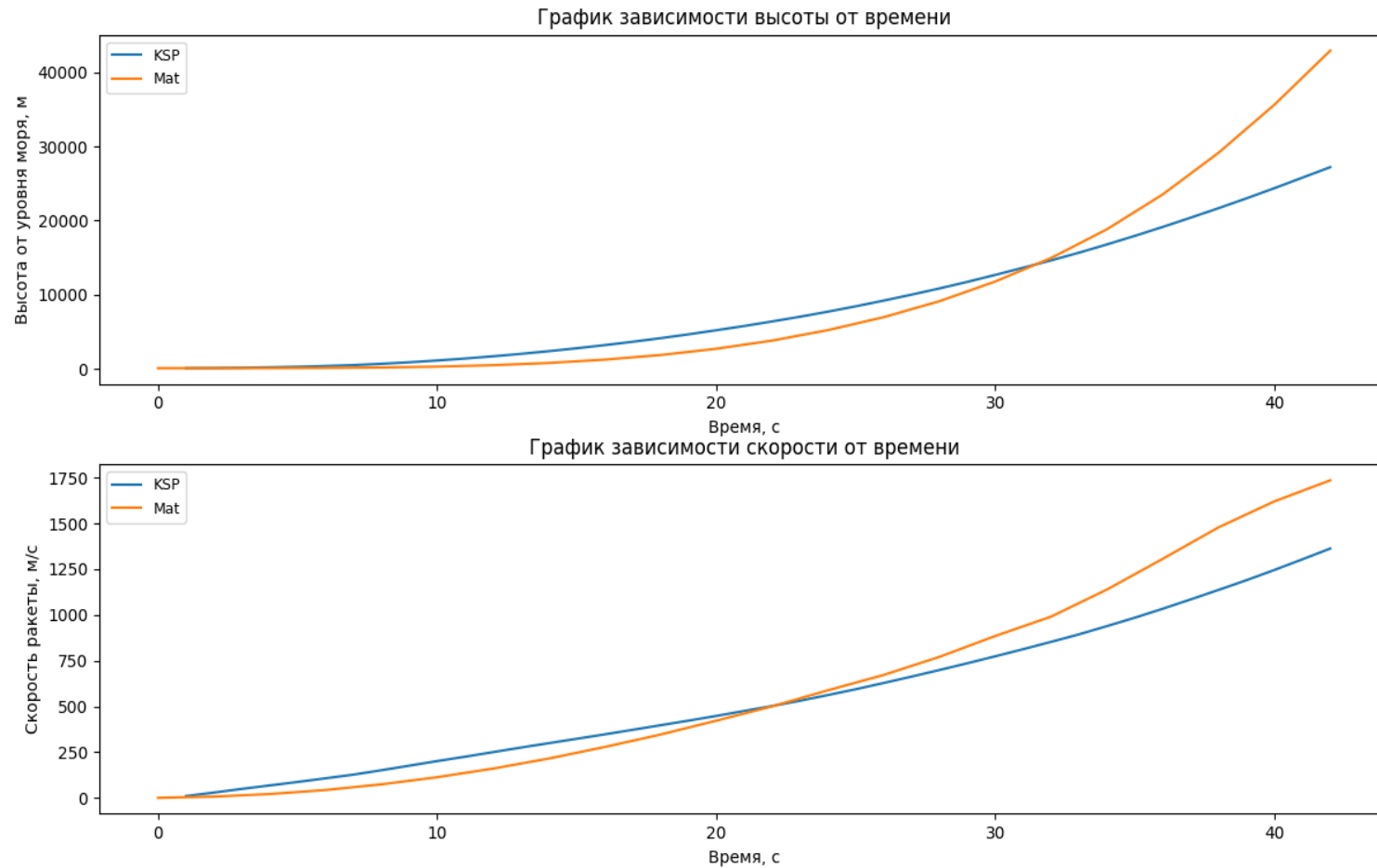
# ПОЛУЧЕННЫЕ СИМУЛЯЦИИ

Графики для Востока-1:



# ПОЛУЧЕННЫЕ СИМУЛЯЦИИ

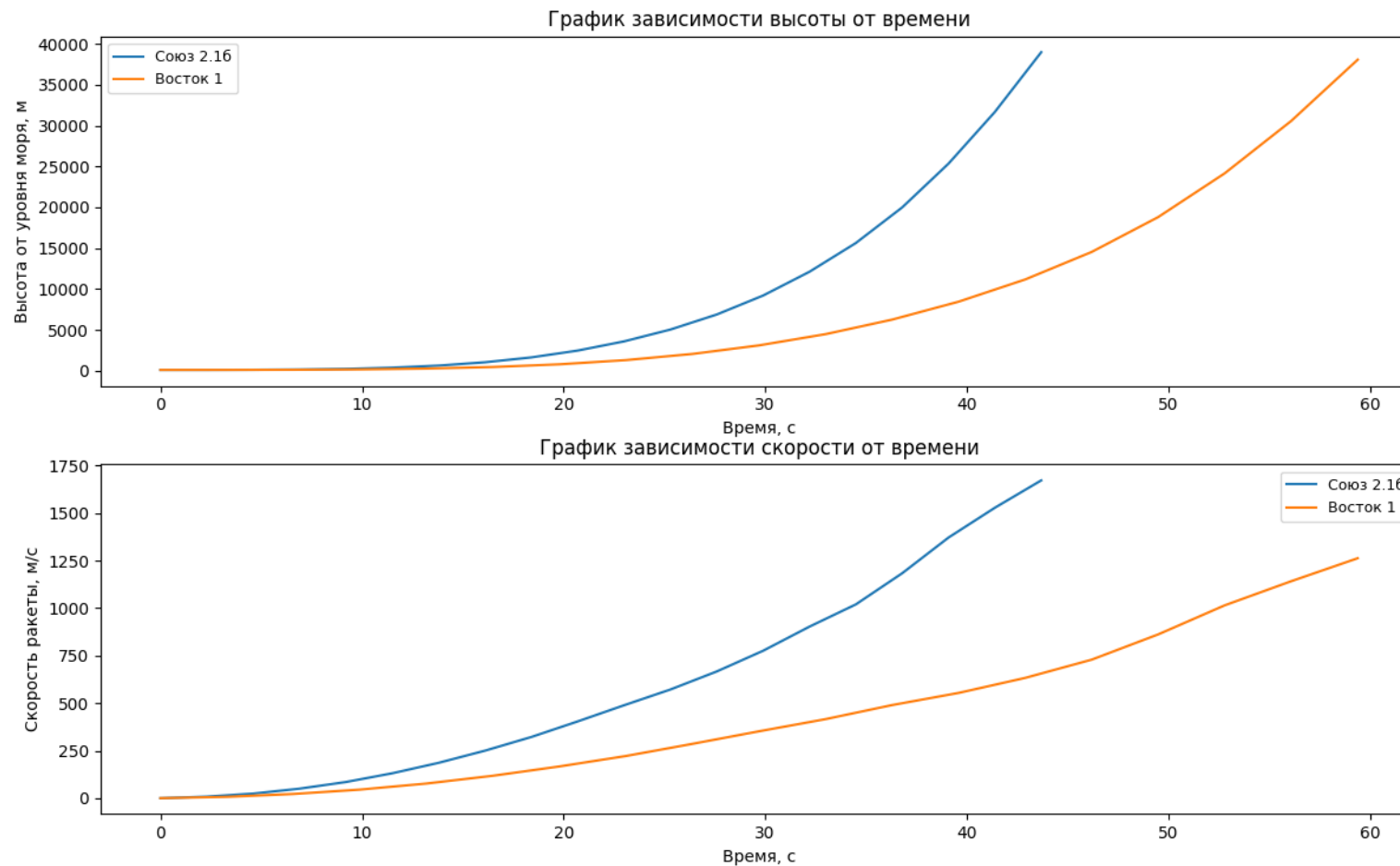
Графики для Союза-2.1б:





# ПОЛУЧЕННЫЕ СИМУЛЯЦИИ

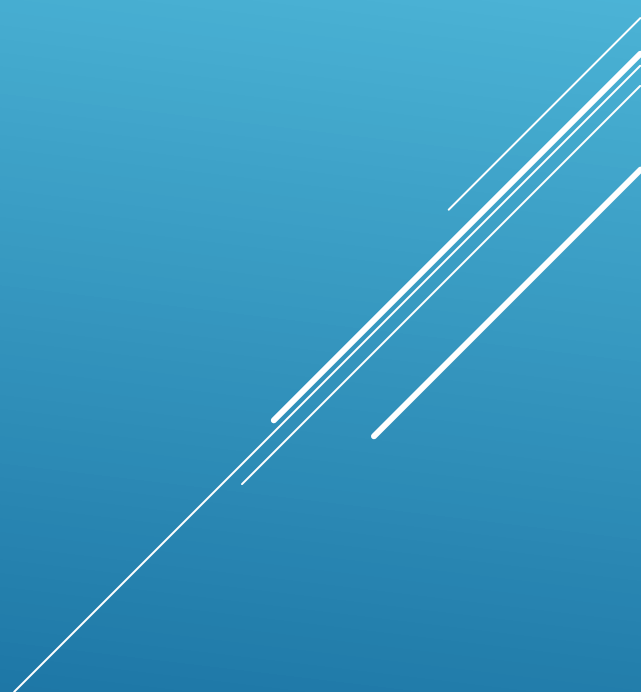
Графики сравнения миссий Восток-1 и Союз-2.16:



# ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Полный код симуляции находится на  
GitHub

ТУТ БУДЕТ  
QR КОД



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения проекта были построены и рассчитаны с помощью программных средств (язык программирования Python) математические модели максимальной скорости аппаратов и траектория их полета.

Также были смоделированы миссии Восток-1 и Союз-2.1б в Kerbal Space Program, где были воспроизведены этапы выхода из атмосферы реальных миссий.