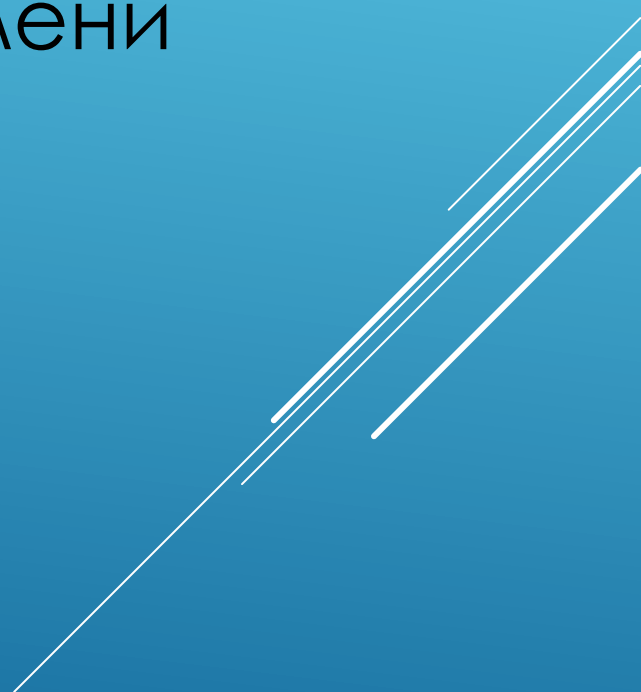


Выход из атмосферы на космических  
кораблях Восток-1 и Союз-2.1б,  
сравнение показателей их высоты и  
скорости в зависимости от времени

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

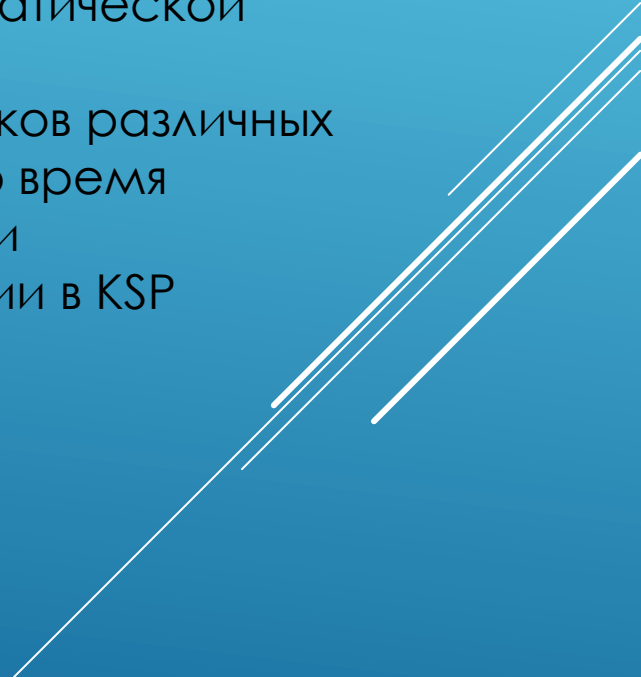
## Цель:

Исследование показателей высоты и скорости ракет Восток-1 и Союз-2.1б в зависимости от времени.

## 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 из атмосферы
  4. Построение математической модели
  5. Построение графиков различных показателей ракет во время выполнения операции
  6. Симуляция операции в KSP
- 
- Three decorative white lines of varying lengths and slopes are positioned in the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the center.

# 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.

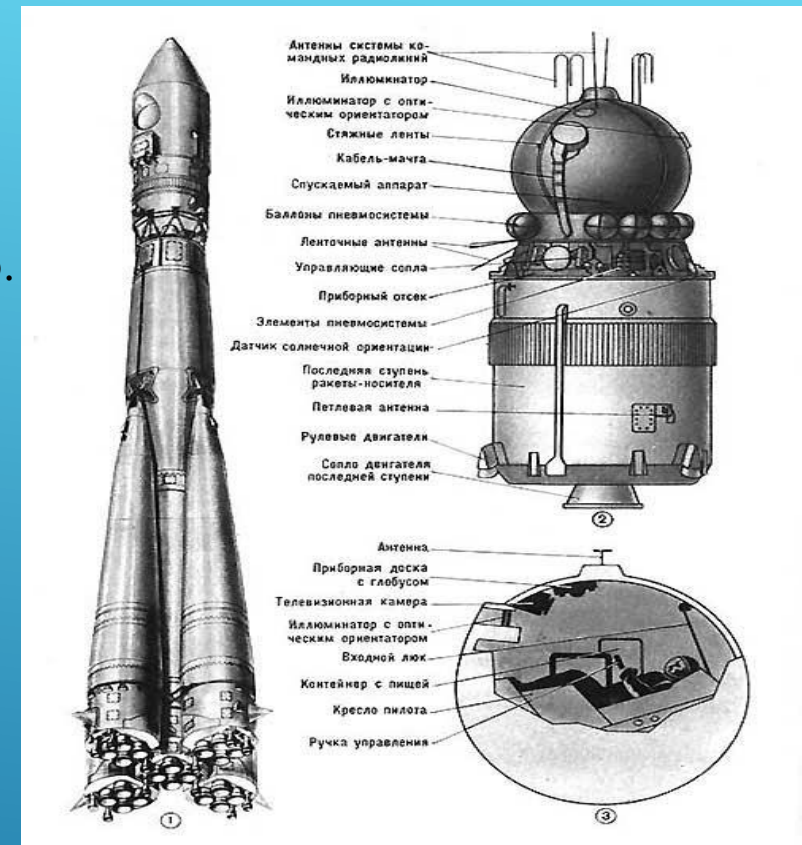
Ракета двигалась постепенно повышая высоту и скорость, пока не достигла заданной орбитальной скорости.

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.

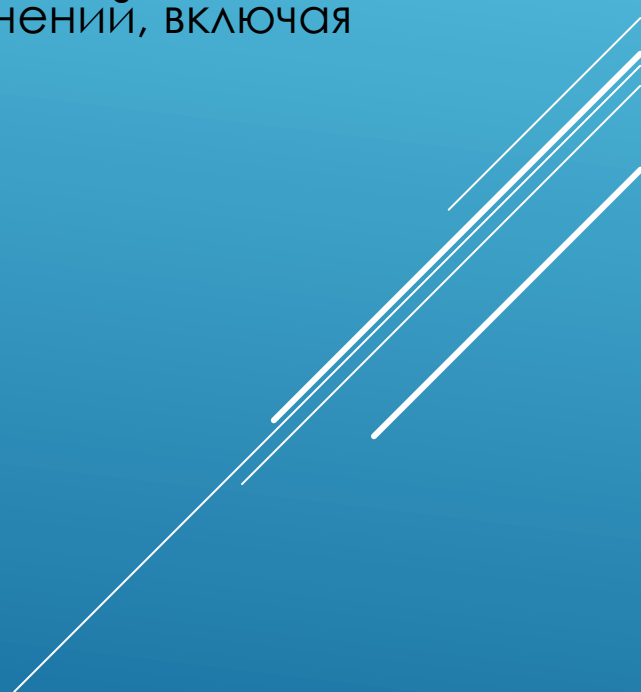
На орбите Юрий Гагарин провел краткие наблюдения и описания, передавая сообщения на Землю о своем состоянии и условиях внутри корабля.



# 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:

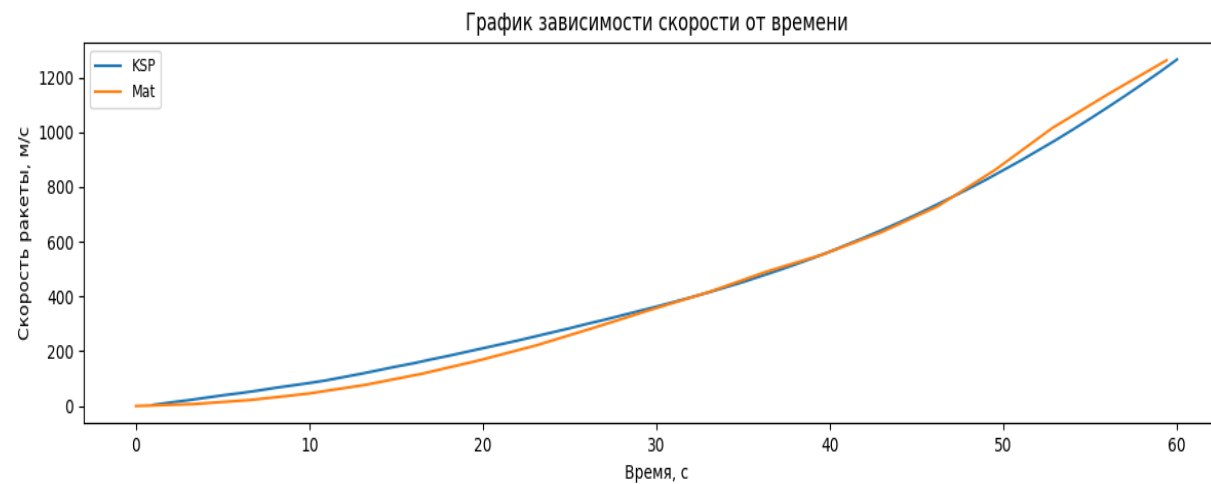
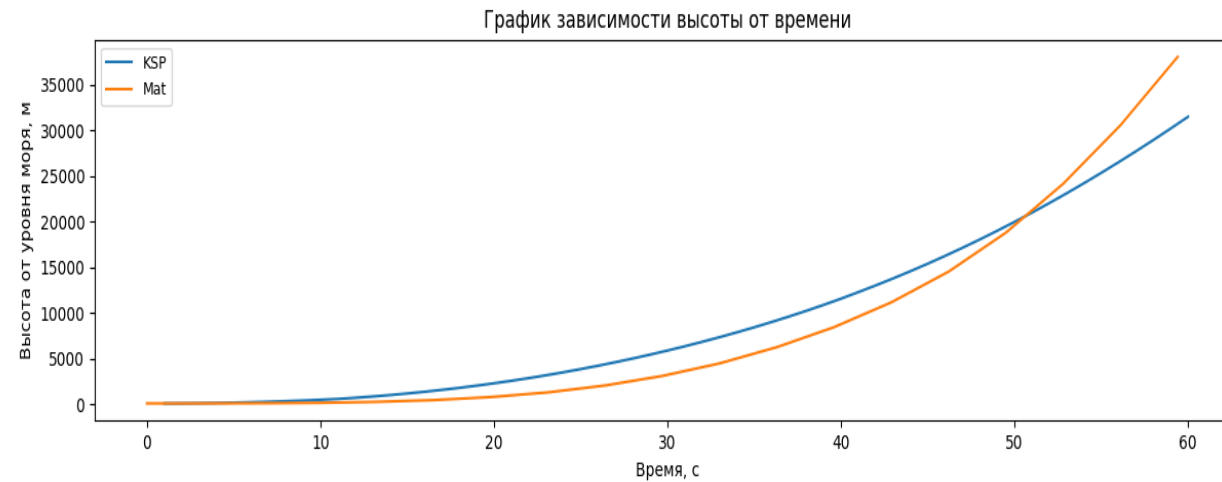
$$\begin{cases} h''(t) = a(t) \\ a = \frac{Fm*\cos(90-)-Fg-Fd}{m(t)} \\ Fd = \frac{p(h)*V^2*Cd*A}{2} \\ Fg = \frac{\mu*m(t)}{R^2} \\ m(t) = m0 - m.*t \\ m. = \frac{P}{I_{уд}} \end{cases}$$

Все математические модели  
представлены в отчётном документе:



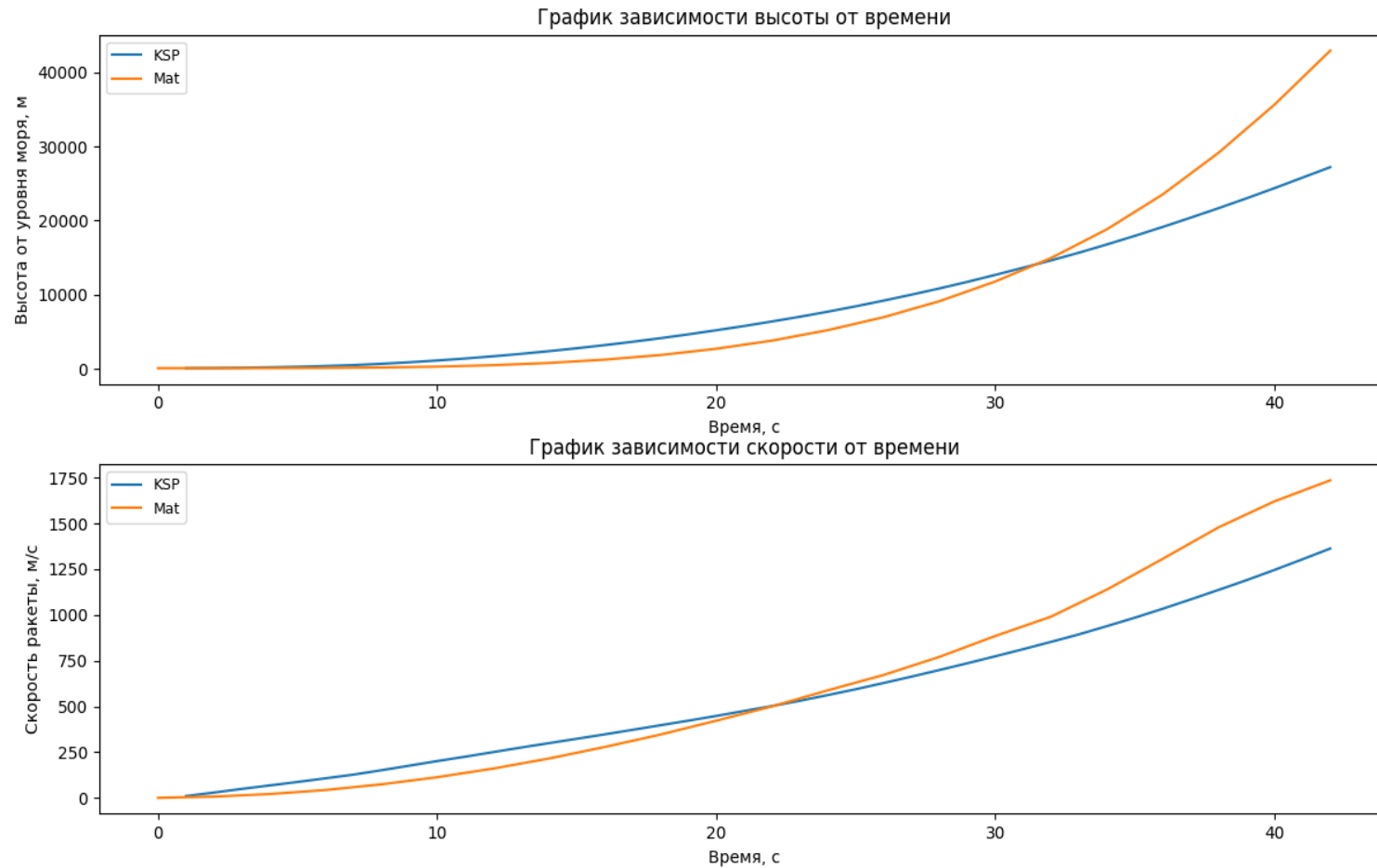
# ПОЛУЧЕННЫЕ СИМУЛЯЦИИ

Графики для Востока-1:



# ПОЛУЧЕННЫЕ СИМУЛЯЦИИ

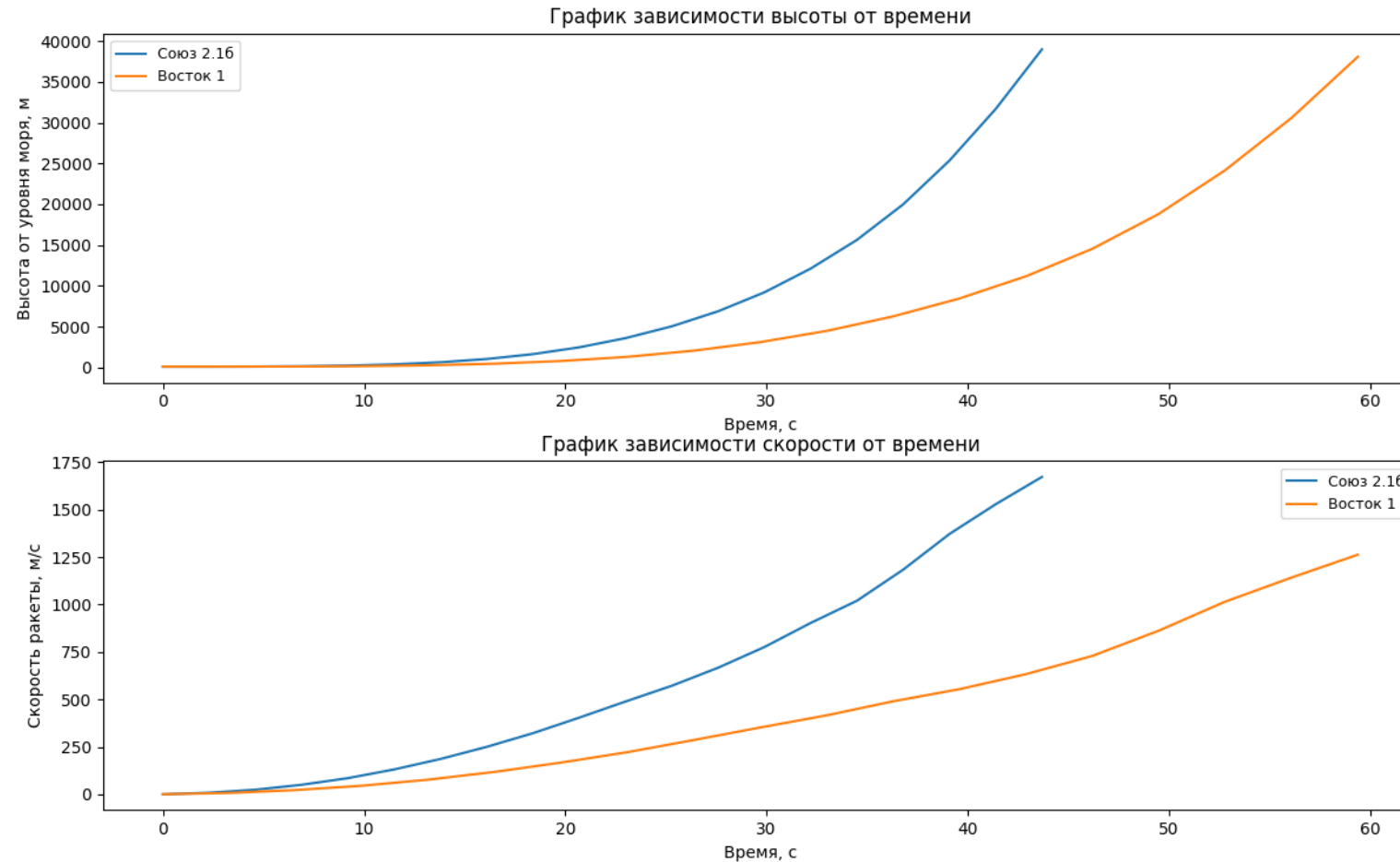
Графики для Союза-2.1б:





# ПОЛУЧЕННЫЕ СИМУЛЯЦИИ

Графики сравнения миссий Восток-1 и Союз-2.1б:



# ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Полный код симуляции находится на  
GitHub



# 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.