|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Министерство образования и науки РФ  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение | | |
| Moscow-Aviation-Institute | высшего профессионального образования  "Московский авиационный институт"  (национальный исследовательский университет)  **факультет №8 Компьютерные науки и прикладная математика** |  |
| **Кафедра 806 «Вычислительная математика и программирование»** | | |
| **Специальность 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»**  **Профиль «Информатика»** | | |

Курсовой проект

по курсу **«Введение в авиационную и ракетно-космическую технику»**

на тему «**Космический аппарат “Вега”**»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Работу выполнили:  Студенты группы М8О-103БВ-24  Пятницкий Артём Вячеславович  Демидов Георгий Константинович  Рубан Кирилл Александрович  Цицкиев Дени Русланович  Работу принял:  к.ф.-м.н., доцент,  Крылов Сергей Сергеевич | |
|  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Крылов С.С. |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Пятницкий А.В. |

Демидов Г.К.

Рубан К.А.

Цицкиев Д.Р.

Москва 2024

**Оглавление**

**Состав**

**КосМАИческие стрижи**

**М8О-103БВ-24**

|  |  |
| --- | --- |
| Участник команды | Роль |
| Пятницкий А.В. | Тимлид, физ. и мат. модель |
| Демидов Г.К. | Программист, KSP |
| Рубан К.А. | Программист, KSP |
| Цицкиев Д.Р. | Физ. и мат. модель |

# **Введение**

Мы вдохновились миссией “Вега” и хотели бы воссоздать часть миссии с изучением Венеры.

**Цель проекта:**

Изучить движение спускаемого аппарата в атмосфере планеты Венера.

**Задачи проекта:**

1. Найти материалы и данные по миссии “Вега”
2. Создать математическую и физическую модель полёта космического аппарата
3. Создать модель космического аппарата в рамках симулятора KSP
4. Собрать необходимые данные для анализа движения спускаемого аппарата в атмосфере Венеры
5. Проанализировать данные и сделать выводы
6. Оформить отчёт о проделанной работе
7. **Описание миссии**

Миссия «Вега» — советский проект, включавший автоматические межпланетные станции «Вега-1» и «Вега-2», предназначенные для исследования Венеры и кометы Галлея. Название «Вега» образовано от слов «Венера» и «Галлей».

## **1.1 Устройство аппарата**

Каждая станция состояла из двух основных частей:

1. **Пролётный аппарат (массой около 3170 кг):**

Научная аппаратура:

* Телевизионная система: для получения изображений ядра кометы Галлея.
* Спектрометры и анализаторы: для изучения состава и свойств кометного вещества.

1. **Спускаемый аппарат (массой около 1750 кг):**

Посадочный модуль (около 680 кг):

Научные приборы:

* Датчики температуры и давления для измерения параметров атмосферы Венеры.
* Спектрометры и хроматографы для анализа химического состава атмосферы и облаков.
* Грунтозаборное устройство с буровой установкой для анализа венерианского грунта

Аэростатный зонд (около 120 кг):

* Оболочка: фторопластовая, диаметром 3,4 метра, наполненная гелием.
* Гондола (6,9 кг): содержала датчики для измерения метеорологических параметров, радиосистему и блок питания.



## Межпланетная станция «Вега»

## **1.2 План полёта:**

Миссия «Вега» включала сложный многоэтапный план полета, направленный на исследование Венеры и кометы Галлея. Аппараты «Вега-1» и «Вега-2» были запущены с космодрома Байконур на ракете-носителе «Протон-К» в декабре 1984 года, с интервалом в несколько дней.

После выхода на межпланетную траекторию аппараты начали шестимесячный перелет к Венере, используя свои двигательные установки для точной корректировки траектории. В июне 1985 года, спустя около шести месяцев после запуска, оба аппарата достигли окрестностей Венеры. На подлёте к планете, на расстоянии примерно 150 тысяч километров, каждый из них отделил спускаемый модуль, который начал самостоятельное движение по траектории входа в атмосферу.

Посадочные аппараты были оснащены системами защиты, чтобы выдержать экстремальные условия спуска через плотную и горячую атмосферу Венеры. Во время этого процесса они собирали данные о структуре атмосферы, измеряя её температуру, давление и химический состав на разных высотах. Также проводились анализы облаков, включая исследования их состава и структуры. После достижения поверхности Венеры аппараты продолжали работу в течение нескольких десятков минут, собирая информацию о составе грунта и физических условиях на планете. Это время было ограничено из-за экстремально высокой температуры (около 460 °C) и давления (более 90 атмосфер) на поверхности.

1. **Описание математической модели**
2. **Программная реализация**

**ksp.py**

Подключение к ksp:

conn = krpc.connect(name='Тест Ева орбита 1 14\_12 (SANDBOX)')

vessel = conn.space\_center.active\_vessel

Открываем файл для записи, в бесконечном цикле while собираем данные о состоянии корабля:

pressure = vessel.flight().static\_pressure # Получает текущее статическое атмосферное давление на корабль.

altitude = vessel.flight().mean\_altitude # Определяет текущую среднюю высоту корабля над уровнем моря планеты

eva = conn.space\_center.bodies['Eve'] # Получает ссылку на небесное тело

eva\_reference\_frame = eva.reference\_frame # Получает систему координат, привязанную к планете Eve

velocity = vessel.velocity(eva\_reference\_frame) # Получает текущую скорость корабля в системе отсчета планеты Eve

position = vessel.position(eva\_reference\_frame) # Получает текущие координаты корабля относительно планеты Eve в системе отсчета

speed = (velocity[0]\*\*2 + velocity[1]\*\*2 + velocity[2]\*\*2)\*\*0.5 # Вычисляет модуль полной скорости корабля

Записываем данные в файл:

file.write(f"{current\_time - start\_time} {altitude} {velocity[0]} {velocity[1]} {velocity[2]} {speed} {position[0]} {position[1]} {position[2]} {pressure}\n")

* Время (current\_time - start\_time);
* Высота (altitude);
* Компоненты скорости (velocity[0], velocity[1], velocity[2]);
* Модуль скорости (speed);
* Координаты положения корабля (position[0], position[1], position[2]);
* Атмосферное давление (pressure).

Далее выпускаем парашюты на определённых высотах.

**Graphics.py**

Открываем файл и извлекаем из него данные:

* t — время, прошедшее с начала записи данных (в секундах);
* h — высота над поверхностью планеты (в метрах);
* vx, vy, vz — компоненты скорости корабля по осям X, Y, Z (в м/с);
* sp — модуль полной скорости корабля (в м/с);
* px, py, pz — положение корабля относительно центра планеты по осям X, Y, Z (в метрах);
* pressure — атмосферное давление в точке корабля (в Па).

Добавляем данные в соответствующие списки.

Функция **F** нужна для построения графиков. Аргументы функции:

* n1, n2, n3 — параметры сетки графиков;
* lst\_x, lst\_y — данные для осей X и Y;
* t\_x, t\_y — подписи осей;
* color — цвет линии графика;
* name\_graf — заголовок графика.

Функция **speed\_graf** строит 4 графика: зависимость скорости по осям от времени, полной скорости от времени.

Функция **coords\_graf** строит графики изменения координат корабля относительно времени.

Функция **traectory\_graf** строит зависимости Y-X, Z-Y, X-Z.

Функция **height\_graf** строит 2 графика: высота корабля относительно времени и полной скорости (инвертируем ось X, чтобы высота шла справа налево).

Функция **pressure\_height\_graf** строит график зависимости давления от высоты

Функция **graf\_3D** создает трехмерный график, отображающий траекторию корабля в пространстве.

Далее выводим наборы графиков в отдельных окнах.

1. **Симуляция**
2. **Медиа**
3. **Деятельность участников команды**

**Пятницкий Артём**

**Демидов Георгий**

**Рубан Кирилл**

**Цицкиев Дени**

**Заключение**

**Список источников**

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Vega_program>
2. <https://www.laspace.ru/ru/activities/projects/vega_1_2/>
3. https://epizodyspace.ru/bibl/vega/01.html