**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное**

**учреждение высшего образования**

**«Московский Авиационный Институт**

**(Национальный Исследовательский Университет)»**

**Институт №8 «Компьютерные науки и прикладная математика»**

**Кафедра 806 «Вычислительная математика и программирование»**

**Проект по дисциплине**

**“Введение в авиационную и ракетно-космическую   технику”**

**1 семестр**

**По теме: “Моделирование миссии ‘Луна-9’ ”**

**Группа М8О-106БВ-24 :**

**Герасимов И.М**

**Кустов А.С**

**Буторагина К.Е**

**Кутляева С.А**

**Баженов Д.А**

**Москва 2024**

**Содержание:**

1. Введение

2. Модели

3. Программная реализация.

4. Симуляция

5. Источники

6. Заключение

**1)Введение**

Человечество долгое время интересовалось луной и хотело узнать как она выглядит. С каждым десятилетием научный прогресс двигался вперед и Советскому Союзу 31 января 1966 года удалось запустить космический аппарат Луна-9. Наша команда, заинтересовалась данным вопросом, мы выбрали именно эту знаковую миссию, ведь «Луна-9» совершила первую мягкую посадку на Луну и смогла передать человечеству первые снимки с ее поверхности.

Задачи:   
1. изучить и проанализировать доступную информацию о полете «Луна-9»;  
2. выполнить расчеты и создать математическую и физическую модели;  
3. осуществить сборку аналогичного летательного аппарата в KSP;  
4. запрограммировать функции подсчета основных параметров ракеты и ее полета;  
5. реализовать миссию в KSP;  
6. сравнить показания собственных функций с действительными.

**Роли в команде**

1. Кустов А. С. – тимлид, моделирование KSP
2. Кутляева С. А. – физик
3. Буторагина К. Е. – программист
4. Герасимов И.М – документация и специалист по презентации
5. Баженов Д.А - математик

**Описание миссии.**

«Луна-9» — советская автоматическая межпланетная станция для изучения Луны и космического пространства. До неё было совершено одиннадцать попыток мягкой посадки на Луну по программе создания автоматических лунных станций типа Е-6. Только три аппарата достигли поверхности Луны, но разбились: «Луна-5», «Луна-7» и «Луна-8». При реализации проекта были решены такие задачи, как запуск космических аппаратов в дальний космос с промежуточной околоземной орбиты, использование автономной астроориентации, коррекция траектории полета на большом удалении от Земли, осуществление прецизионного прицеливания и мягкая посадка на небесное тело, лишенное атмосферы. Основным научным прибором, который планировалось доставить на Луну, была панорамная телевизионная камера

Миссия «Луна-9» началась 31 января 1966 года, когда автоматическая межпланетная станция была запущена с космодрома Байконур ракетой-носителем «Молния-М» с разгонным блоком «Л». При подходе к Луне скорость станции составляла 2,6 км/с. 3 февраля «Луна-9» успешно осуществила мягкую посадку на поверхность Луны в районе океана Бурь, западнее кратеров Рейнер и Марий.

На следующий день станция начала обзор лунного ландшафта и передачу его панорамного изображения. Было проведено 7 сеансов связи общей продолжительностью более 8 часов.

Главным результатом миссии стало первое в мире успешное достижение мягкой посадки космического аппарата на поверхность Луны и передача на Землю первых телепанорам лунной поверхности. Также были уточнены расположение внешнего радиационного пояса вокруг Земли, отсутствие заметного магнитного поля Луны и лунных радиационных поясов, определены особенности микрорельефа лунной поверхности.

Автоматическая станция состояла из двух частей: перелётного блока и автоматической лунной станции. Масса «Луны-9» 1538 кг при длине 2,7 метра.

Автоматическая лунная станция имела диаметр 58 см и массу 100 кг. Станция состояла из герметичного контейнера под давлением 1,2 атм. В контейнере устанавливались радио система, программно-временное устройство, аккумулятор, система терморегулирования и научные приборы. Четыре лепестковых антенны были расположены на верхней полусфе ре лунной станции и автоматически открывались после мягкой посадки, ориентируя её по вертикали. Два надувных баллона-амортизатора, закрывавшие станцию со всех сторон, смягчали прилунение.

**2. Модели**

**2.1 Математическая модель**:

Составим уравнение изменение массы со временем, для описания того как изменяется скорость в каждый конкретный промежуток времени будем использовать уравнение Циолковского, для описания движения самого тела будем использовать второй закон Ньютона, также учитываем силу сопротивления воздуха.

• Уравнение Циолковского (для нахождения модуля скорости в зависимости от массы):

V = Isp × g × ln(),

где Isp - удельный импульс в c, Mf - полная масса ракеты с топливом, Me – пустая масса ракеты, g - ускорение свободного падения.

• Закон всемирного тяготения:

F = G× × r2

где G - гравитационная постоянная, m1, m2 - массы тел, r - расстояние между центрами тел.

• Уравнение Мещерского (для нахождения модуля ускорения):

= ( + ) /

где - внешние силы, действующие на тело (силы сопротивления воздуха) реактивная сила, обусловленная изменением массы движущегося тела, – масса тела.

• Формула коэффициента изменения массы:

k = ( – M) / T

где - начальная масса ракеты, M - масса ракеты после выработки топлива, T - время работы двигателей.

из этой формулы выразим уравнение расхода массы от времени

• Уравнение расхода массы:

m(T) = – kT

• Расчет силы сопротивления воздуху при нахождении ракеты в атмосфере по упрощенной формуле лобового сопротивления:

F = Spv2

Где p - плотность, зависящая от высоты, v2 - квадрат вектора скорости, S – характерная площадь движущегося тела,

- коэффициент формы.

• Расчет момента силы сопротивления, препятствующего изменению угловой скорости

ракеты:

= k2pL/2

2.2 **Физическая модель**

• ракета рассматривается как стержень с равномерно распределенной плотностью, не

смещенным центром массы;

• двумерная модель (движение в плоскости XY);

• учитывается поступательное и вращательное движение твердого тела;

• не учитывается кривизна Земли;

• атмосфера - идеальный газ с молярной массой 0,029 кг/моль, с температурой T = 300K, плотность воздуха на высоте 0 м составляет 1 кг/м3

• постоянное гравитационное поле 9,8 м/с2

• изменение плотности воздуха от высоты:

p = e-Mgh/RT × M/RT

где р - плотность воздуха, М - молярная масса воздуха, д - ускорение

свободного падения, h - высота, R универсальная газовая постоянная, Т - температура воздуха.