Отчет о проделанной работе

Название проекта: «PRI-MAT 01»

Тема проекта: «Запуск спутника на орбиту Муны»

Выполнила Сектименко Ирина,

физик команды «Ivaltek»,

студент группы М8О-110Б-22

Москва 2022г.

Цель проекта

Рассчитать и реализовать миссию PRI-MAT 01, связанную с запуском спутника на Муну.

Мои задачи:

Провести анализ и расчет траектории полета спутника.

Структура миссии

1. Атмосферные маневры
   1. Набор высоты
   2. Набор угловой скорости
   3. Выход из атмосферы
2. Орбитальные маневры
   1. Низкая орбита кербина
   2. Переходная орбита (Кербин -> Муна)
   3. Мунная орбита

Физическая модель

Во время атмосферных маневров мы будем учитывать силу притяжения Кербина, силу сопротивления воздуха, плотность разных слоев атмосферы и изменение массы в течение подъема на заданную высоту.

Во время орбитальных маневров мы учитываем силу притяжения Кербина, когда находимся вне SOI (сфера влияния) Муны.

Математическая модель

Атмосферные маневры

Набор высоты

– 2-ой закон Ньютона

– учитываем изменение массы топлива

– сумма всех сил, действующих на наше тело:

– сила тяги двигателя;

– сила притяжения Кербина;

– сила сопротивления воздуха.

Для удобства сделаем замену: – расход топлива и получим уравнение: . После решения этого дифференциального уравнения мы получим уравнение, которым описывается старт нашей ракеты и набор высоты.

Набор угловой скорости

Набрав определенную высоту, наше тело имеет только «вертикальную» составляющую скорости. Нам нужна еще и «горизонтальная» для набора угловой скорости и вывода ракеты на орбиту вокруг Кербина.

Уравнение для «вертикальной» составляющей скорости у нас уже есть (описано выше). Примечание: далее описываем этим уравнением только «вертикальную» проекцию скорости. Для горизонтальной проекции используем уравнение: . Оно аналогично предыдущему, но в нем отсутствует сила притяжения Кербина, т. к. по горизонтали она не действует.

Выход из атмосферы

На этом этапе мы отключаем двигатели и продолжаем движение, в результате чего выходим на орбиту Кербина. Формулы остаются теми же, только значение тяги двигателя становится нулем.

Орбитальные маневры

Низкая орбита Кербина

– формула Циалковского. С ее помощью мы вычисляем, какая масса нашей ракеты осталась, что пригодится для дальнейших вычислений.

выводится из закона всемирного тяготения. .

Для описания движения ракеты по орбите около Кербина используем уравнение: , где – точка начала отсчета координат, место, где мы вышли на орбиту Кербина, .

– формула для нахождения угловой скорости ракеты

формула для нахождения периода обращения ракеты около Кербина.

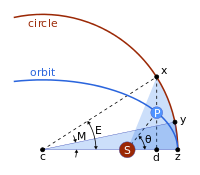
Итоговая формула выглядит так: .

Переходная орбита. Гомановская траектория

Для перехода с орбиты Кербина на орбиту Муны используем Гомановскую траекторию.

Разрешающим уравнением является – гелиоцентрическое расстояние  от истинной аномалии  по первому закону Кеплера, где – большая полуось, – эксцентриситет.

Также полезны такие соотношения, как – уравнение Кеплера, где M – средняя аномалия, Е – эксцентрическая аномалия, , где , - вычисление средней аномалии, .



Стартовое окно

Стартовое окно – время, к которое мы стартовать с Кербина, чтобы в итоге оказаться в SOI Муны и перейти на ее орбиту. ) – стартовое окно. – наше «идеальное» положение. и – предельно допустимые значения. – формула для нахождения погрешности (теорема косинусов). , где – текущее положение Муны, – долгота места запуска нашей ракеты. , где – направление на аппарат, находящийся в апоцентре переходной орбиты, – время от начала миссии до апоцентра переходной орбиты, – угловая скорость Муны.

Итог

Проведя все эти расчеты в итоге мы окажемся на орбите Муны, как и планировали.