



Всероссийская студенческая конференция
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА – 2023», посвященной
170-летию В.Г. Шухова.
секция аэрокосмического факультета МГТУ им. Н. Э. Баумана



Влияние несферичности поля тяготения на параметры движения спутника и массовые характеристики спутника Марса

Руководитель: Дмитриев Сергей Николаевич, СМ2, к.т.н. доцент

Автор(ы): Раднаев Б.А. АК1-101, Шиповалов М.В., АК1-61

Москва, 2023

Проблематика

Рассматривается проблема отклонения от рабочей траектории полета автоматической межпланетной станции

Задачи

1. Выяснить зависимость отклонения параметров орбиты от времени
2. Предложить возможные варианты коррекции орбиты
3. Оценить затрачиваемые энергоресурсы.

Актуальность проблемы

Полученный в ходе исследования алгоритм можно использовать при проектировании марсианских и лунных орбитальных миссий, а именно – в рассмотрении вековых уходов параметров орбиты, и оценке необходимого топлива

Методы исследования

Сравнение траекторий движения спутника невозмущенного движения с траекторией движения того же спутника, но с учетом несферичности поля тяготения планеты

Объект исследования



Параметры орбиты

Рис.1 Дуэт спутников GRACE-FO

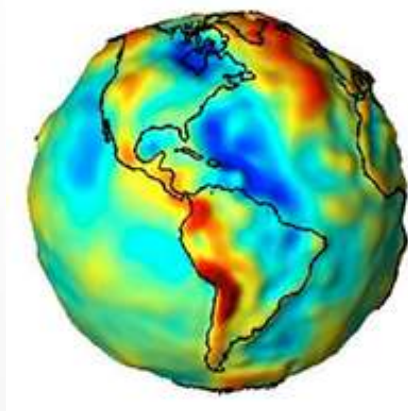


Рис.2 Гравитационная модель
Земли

Объект исследования



Параметры орбиты

Рис. 3 Орбитальный аппарат
для исследования
геологического строения
планеты и поиска минералов
«Mars Odyssey»

Методы исследования

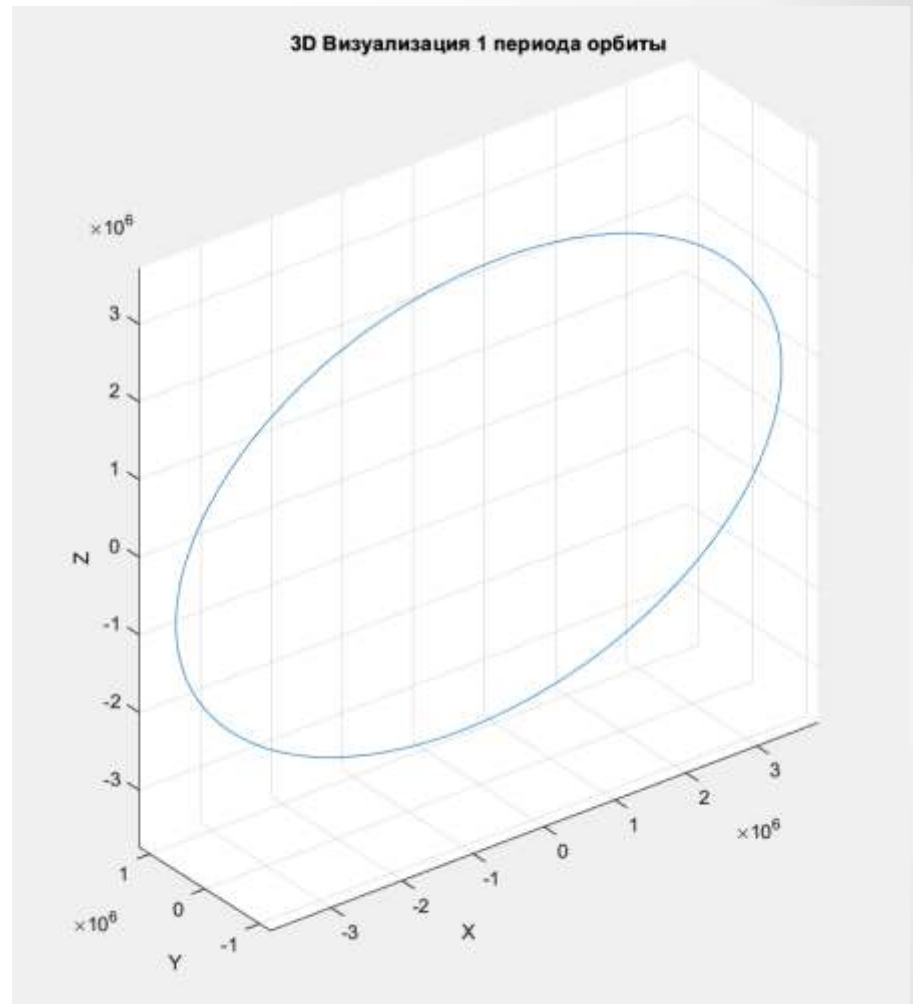
Невозмущенное движение

Движение с учетом
2й зональной гармоники

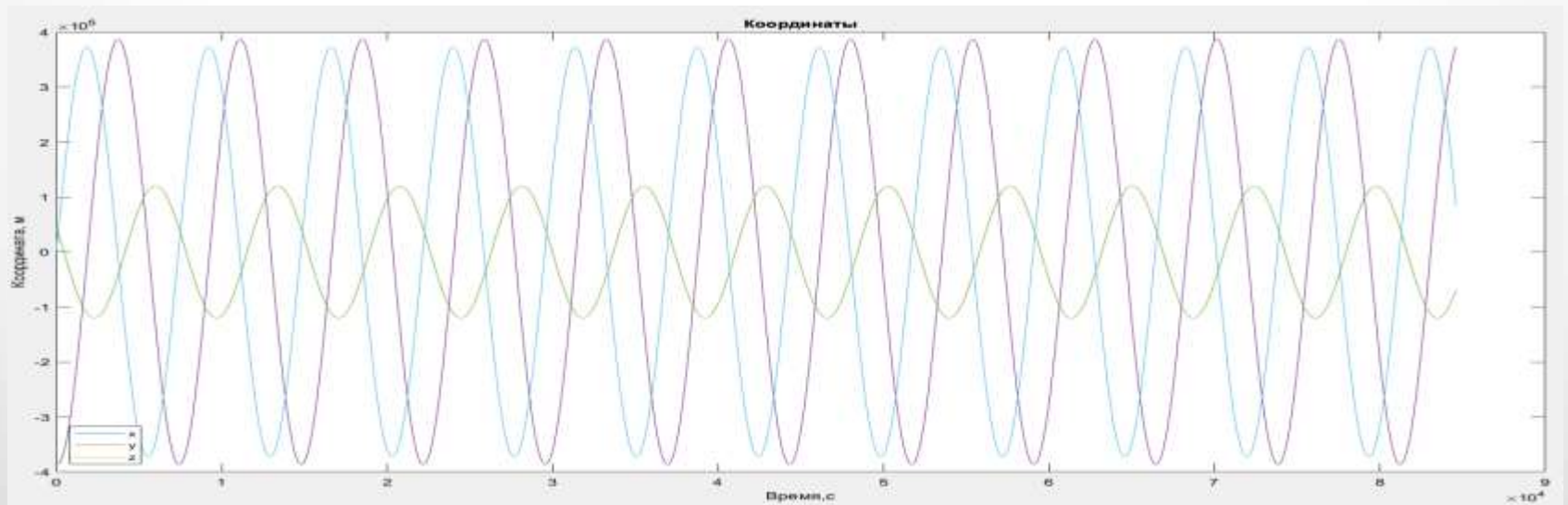
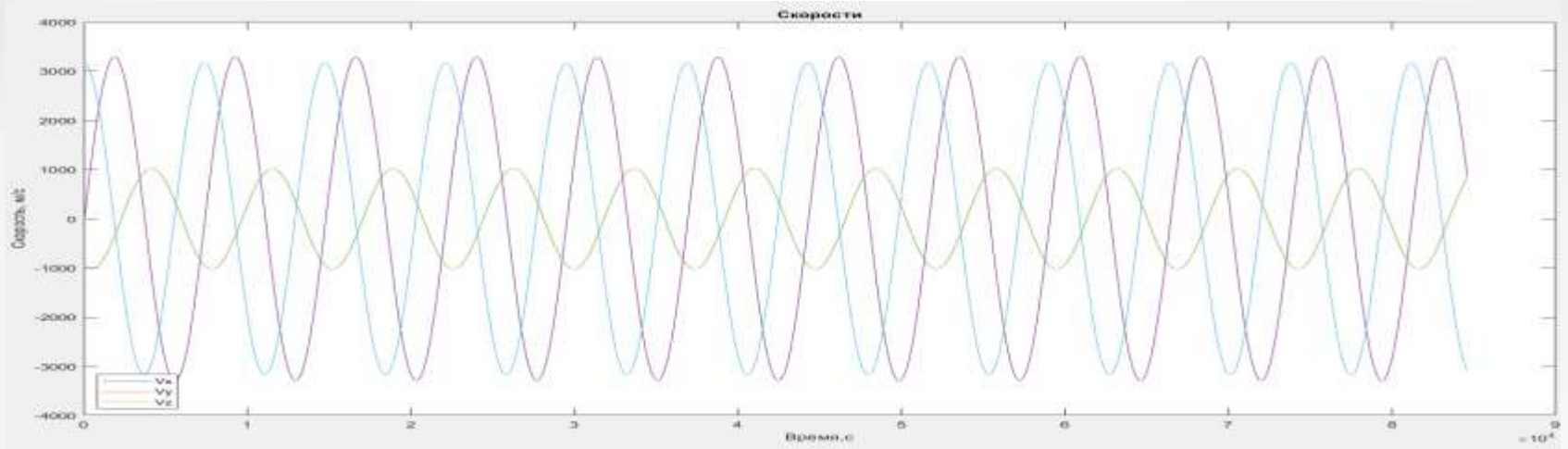
Начальные условия:

Орбитальная
Система
Координат

Глобальная
Система
Координат
(при $t = 0$)



Изменение параметров планируемой орбиты во времени



Результаты

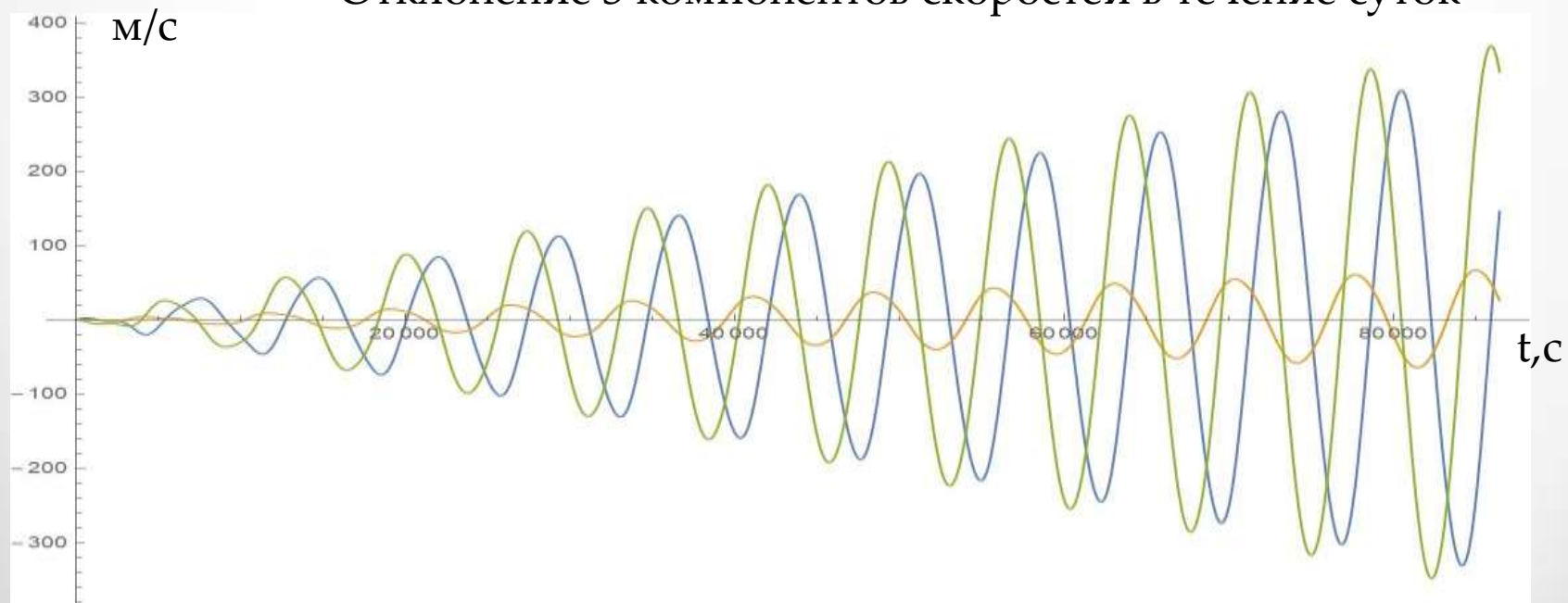
Параметр	Невозмущенные координаты, м	Возмущенные координаты, м	Разность, км
X	-3464310	-3464489	179,783
Y	-1253510	-1253864	-354,753
Z	1190200	1190276	76,025
			404,909

Параметр	Невозмущенные скорости, м/с	Возмущенные скорости, м/с	Разность, м/с
V _x	1469,42	1801,766	332,35
V _y	-2966,3	-3112,939	146,64
V _z	48,30	72,173	23,87
			364,04

Отклонение 3 координат в течение суток



Отклонение 3 компонентов скоростей в течение суток



Результаты

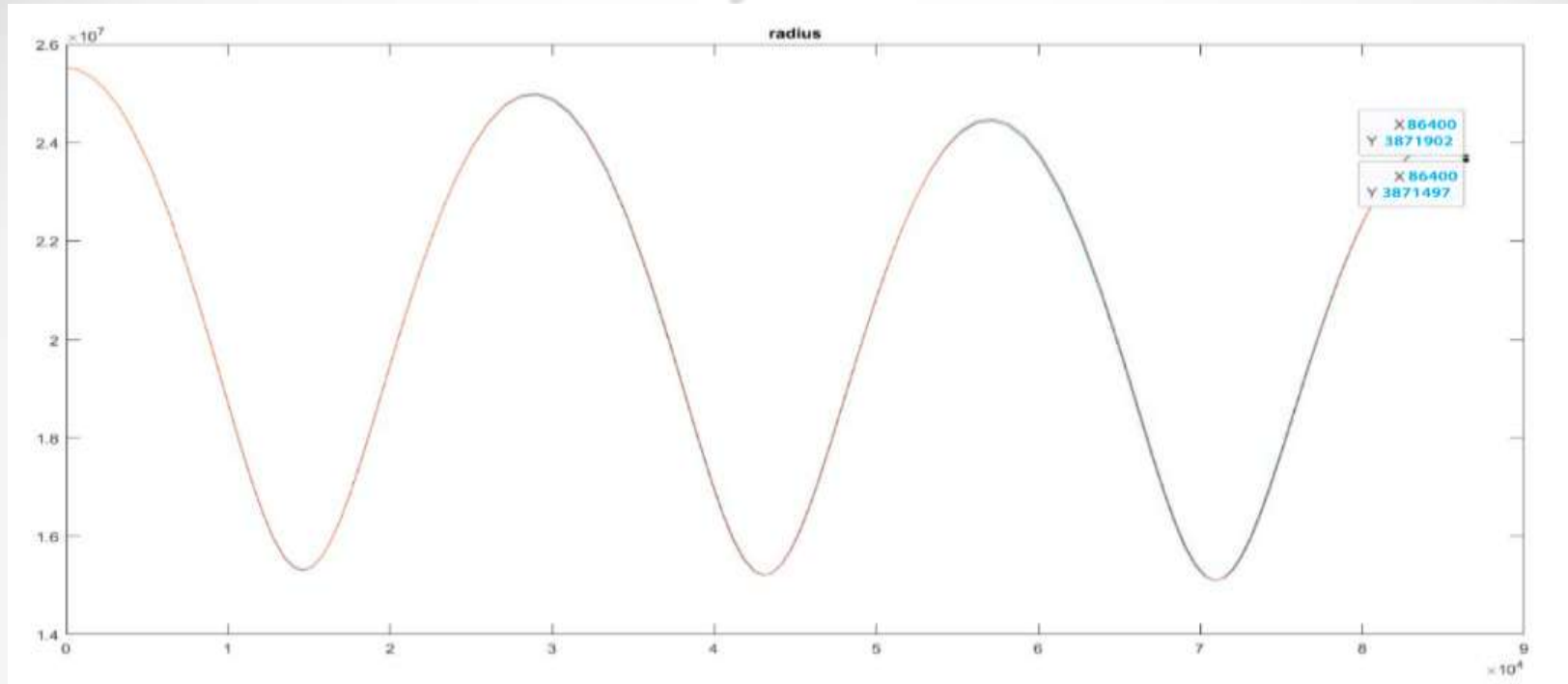
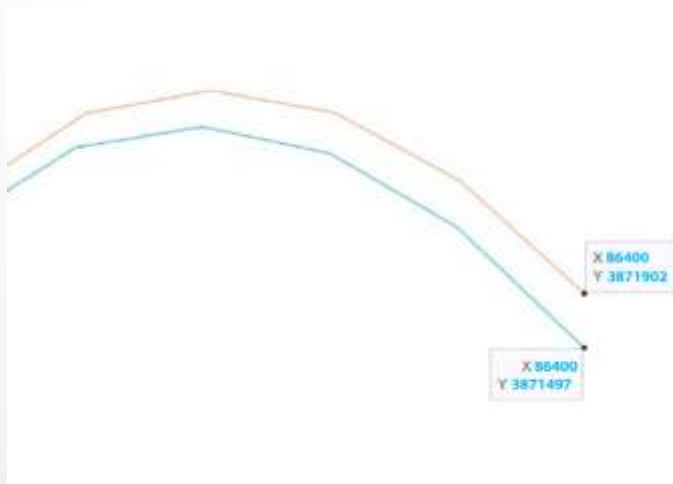


График изменения радиус-вектора координаты двух расчетных случаев



(Увеличено)

Коррекционные меры

Характеристики ДСТ - 50

Компоненты топлива: НДМГ/АТ;

Тяга: 50Н;

Удельный импульс: 334с;

Подача: вытеснительная;

Длительность включения: 0,03 – 4000с

Количество включений: 10000;

Масса: 1,2кг;

Выводы

- За миссию АМС претерпевает отклонение от траектории в размере 400 километров ввиду влияния несферичности поля тяготения.
- Требуется около половины тонны топлива для комплектации ДМС, направленные на коррекцию орбиты исследовательского спутника

Список литературных источников

1. П.Е. Элясберг. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. Издательство «Наука», г. Москва, 1965г.
2. GRACE-FO. Домашняя страница. – сайт гравиметрической миссии.
URL: <http://www.csr.utexas.edu/grace/> (дата обращения 15 апр. 2023)
3. К. Рассел. Одиссей Марс. Университет Калифорнии, США, 2001г.
4. Т. Фукушима. Система астрономических единиц и констант. IAU - WGRS / SGAC, 1990, Circ. 13.
5. В.И. Крылов. Основы теории движения ИСЗ. Часть вторая: возмущенное движение
6. KBXM им. Исаева. Каталог. URL: <http://www.lpre.de/kbhm/> (дата обращения 15 апр. 2023)