

Расчет траекторий перелёта за пределы Солнечной системы с использованием гравитационного манёвра у Юпитера

Зайкова Е.Р.¹, Широбоков М.Г.²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

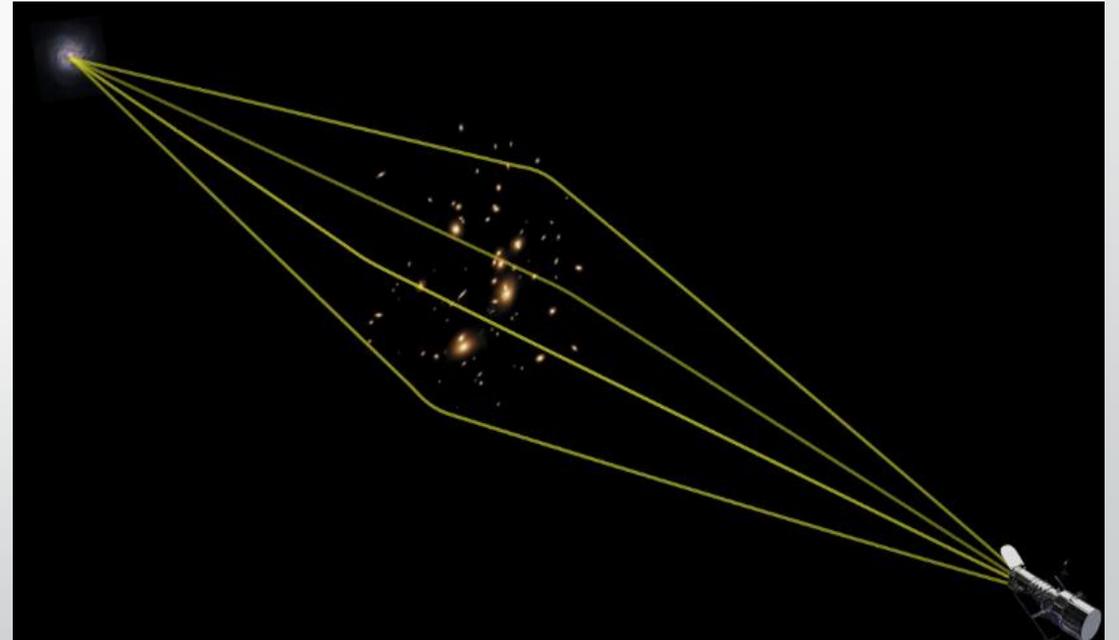
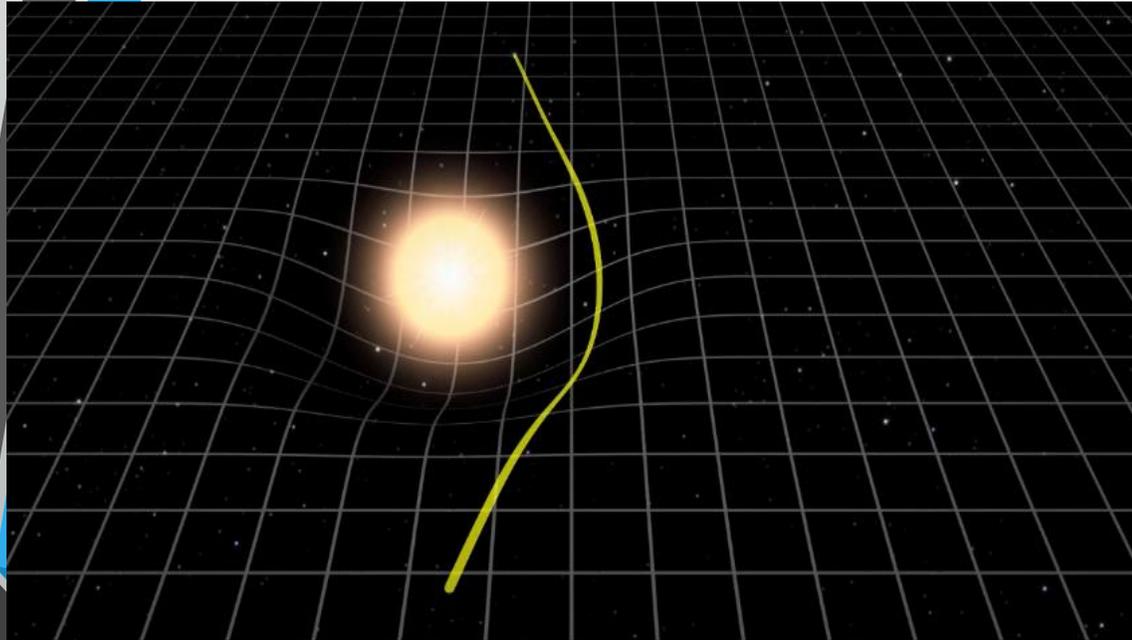
Содержание

- 1.** Гравитационное линзирование
- 2.** Полет к фокусу солнечной гравитационной линзы
- 3.** Цель работы
- 4.** Методика получения результатов
- 5.** Результаты
- 6.** Вывод

Гравитационное линзирование

-

отклонение электромагнитного излучения далекого объекта под действием гравитации другого массивного объекта или группы объектов: звёзд и планет, галактик, скоплений галактик и масштабных структур.



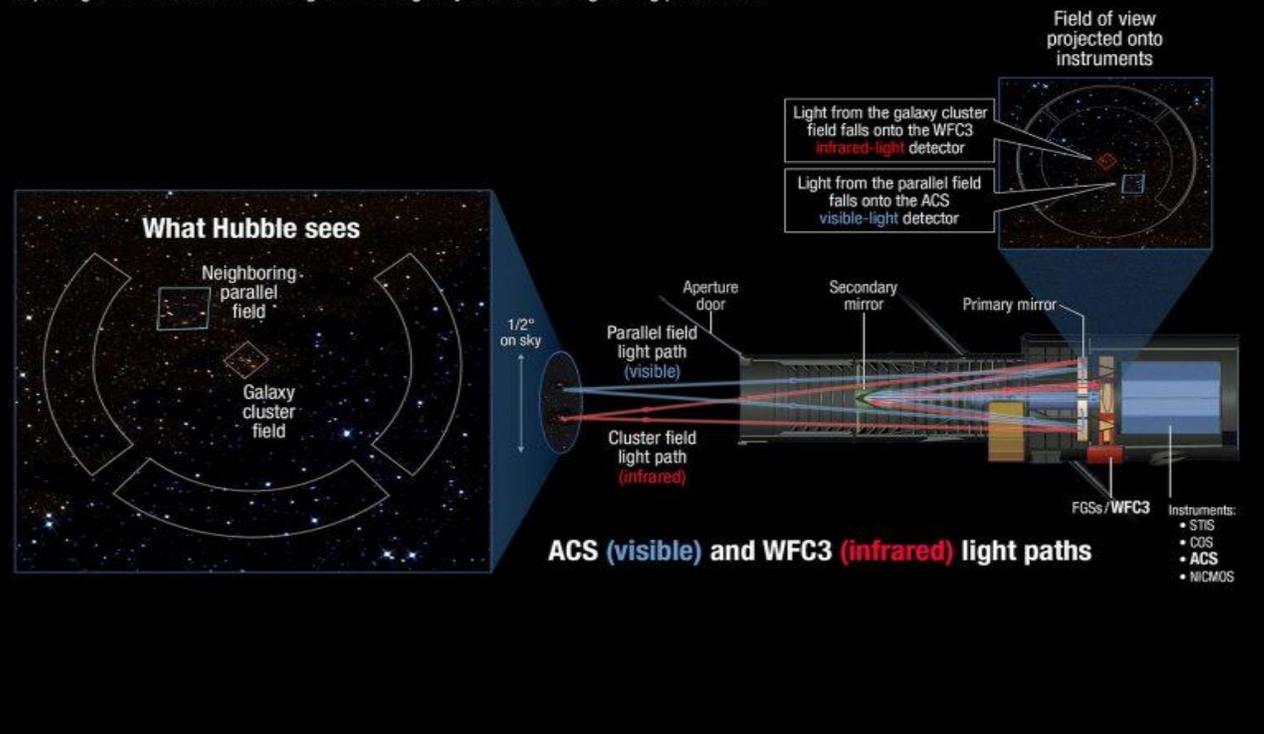
Проект Hubble Frontier Fields

обнаружено до 50 кандидатов в новые галактики

Hubble observes a galaxy cluster and its parallel field

Galaxy Cluster Abell 2744, one of several Frontier Fields targets, is used as an example here.

In six months, Hubble's orientation — and the instruments' footprints — will be reversed, capturing both visible and infrared light from the galaxy cluster and neighboring parallel field.

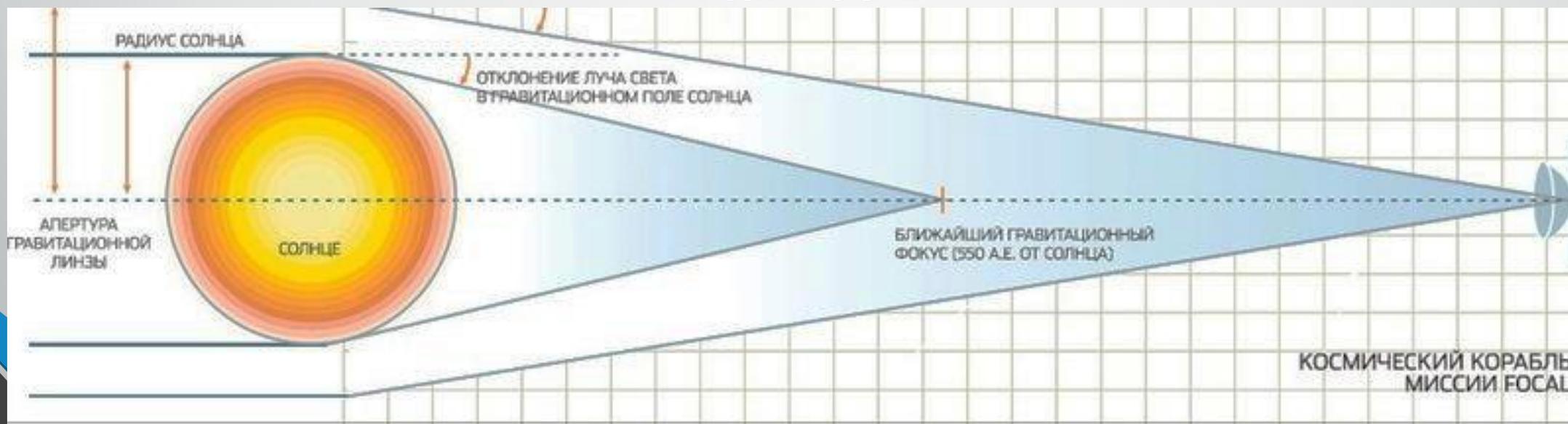


Фокус гравитационной линзы

- Гравитационная линза более всего искривляет свет, проходящий ближе всего к её центру
- не имеет точки фокусировки, однако обладает фокальной линией

Полет к фокусу солнечной гравитационной линзы

Миссия FOCAL



Цель работы

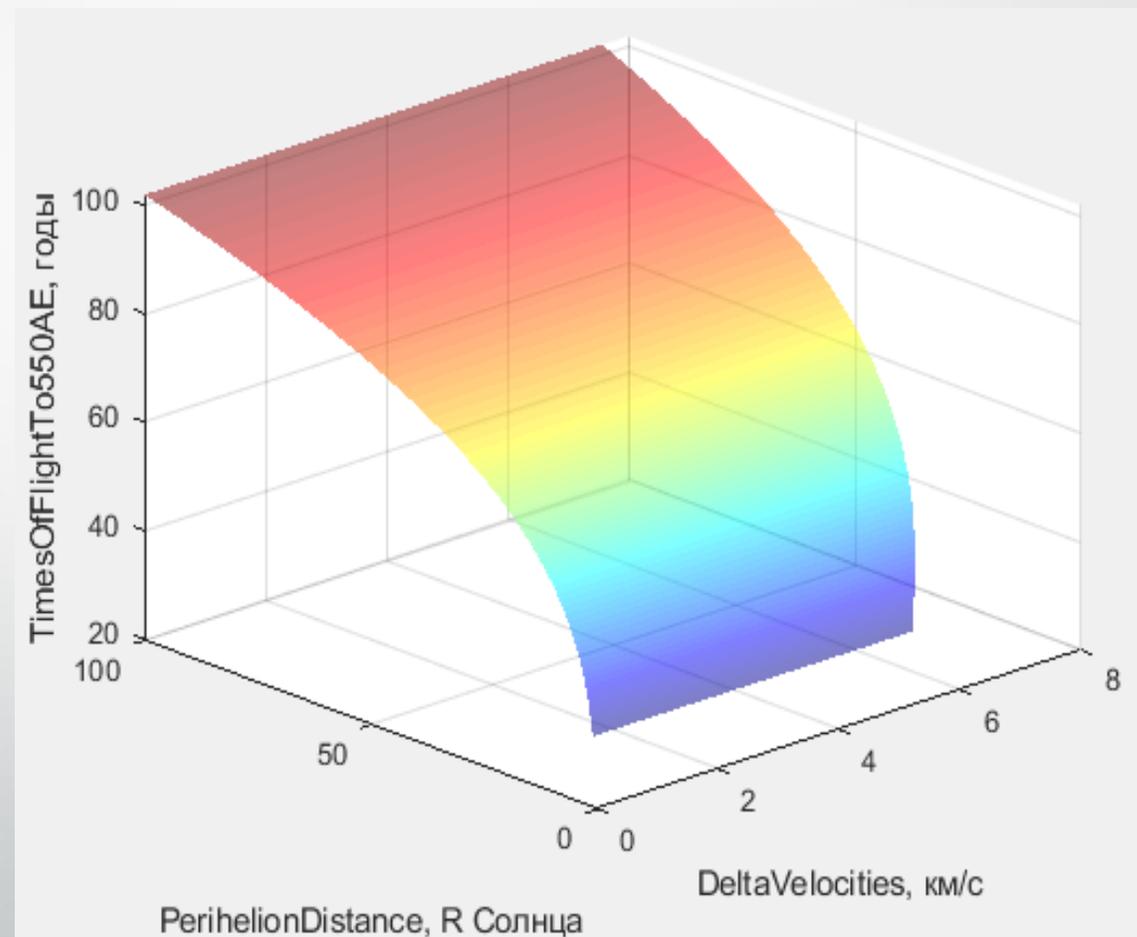
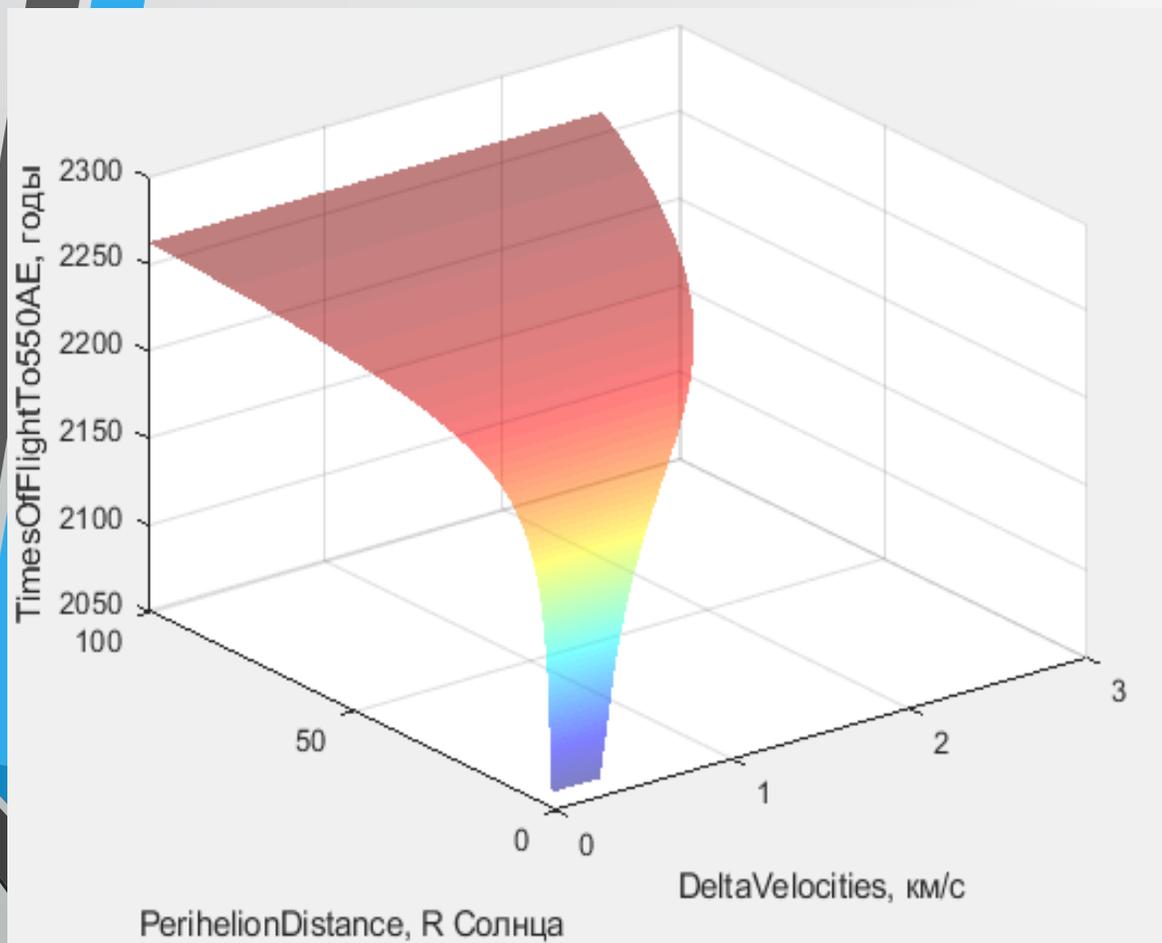
Получить численные характеристики для траектории полёта к фокусу солнечной гравитационной линзы, который находится на расстоянии 550 а.е. от Солнца.

- для достижения необходимых скоростей вылета за пределы Солнечной системы используется гравитационный манёвр у Юпитера и последующий гравитационный манёвр у Солнца
- для первоначальной оценки в расчетах используются только пассивные гравитационные маневры

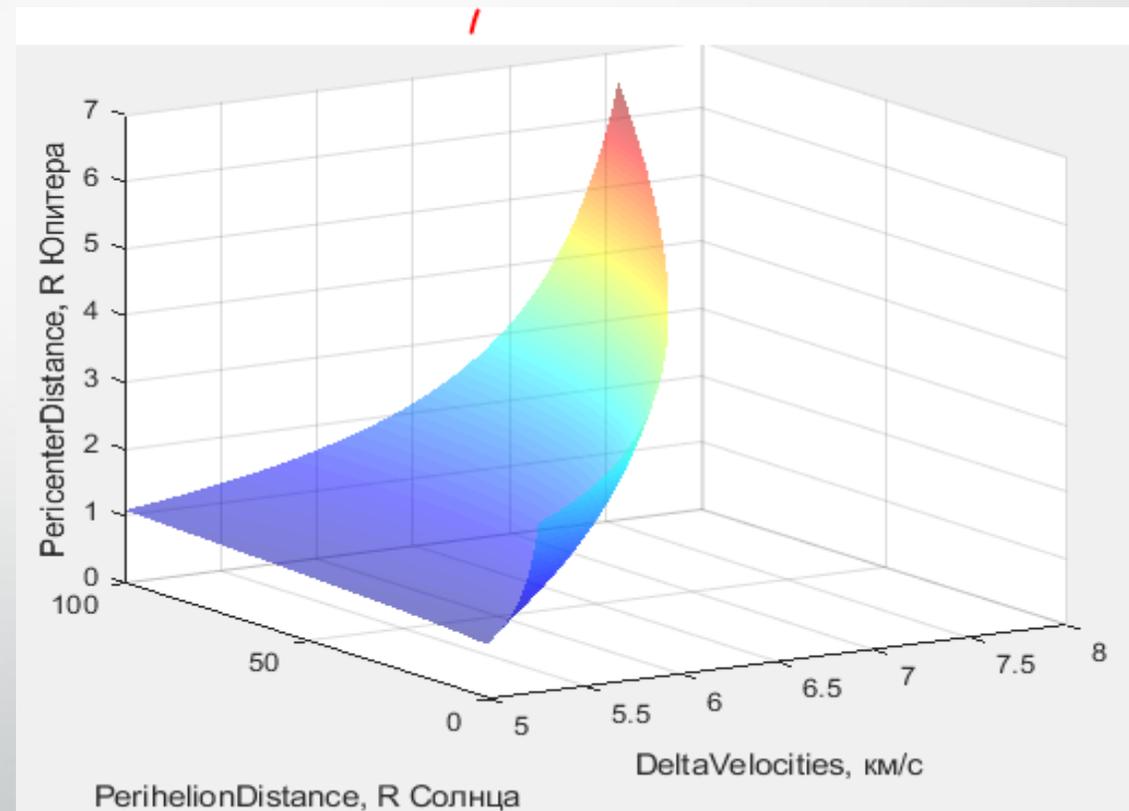
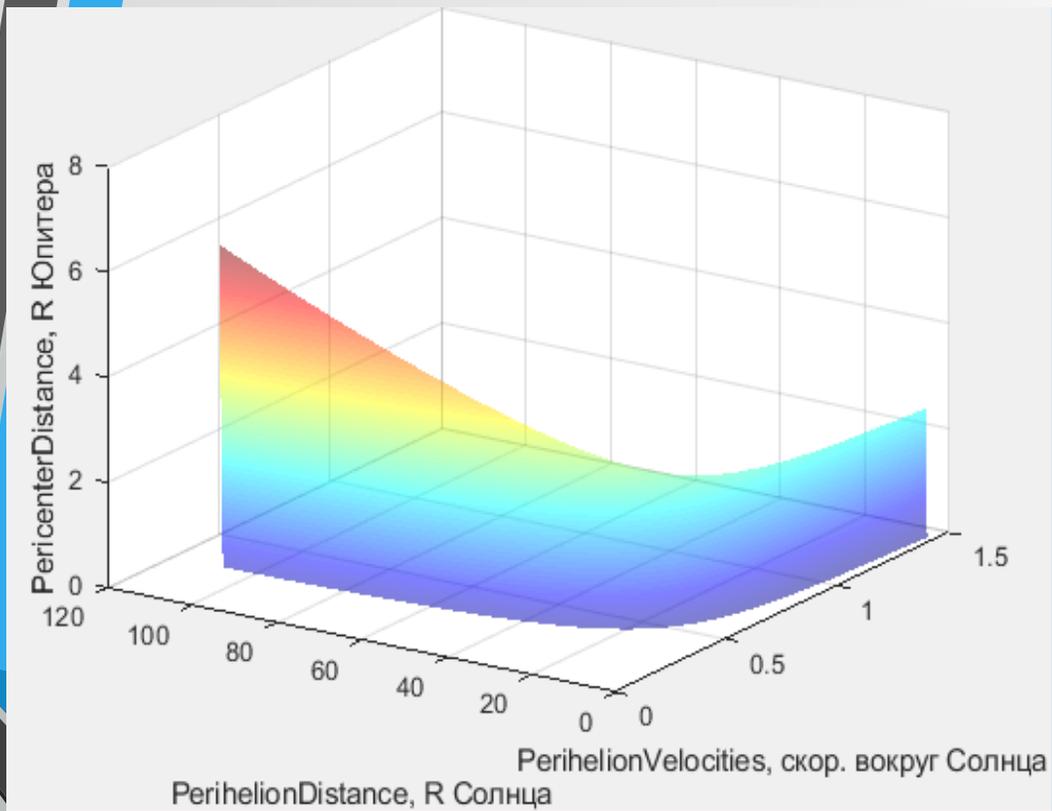
Методика получения результатов

- В расчётах использованы модель сопряженных конических сечений и модель точечных сфер действия.
- Задача решалась с конца и была разбита на 3 участка:
 1. от 550 а.е. до перигелия;
 2. от перигелия до перицентра у Юпитера;
 3. от перицентра у Юпитера до перигея.
- После получения предварительных результатов, были наложены естественные ограничения и получены оптимальные численные характеристики траектории:
 - расстояние до перигелия,
 - расстояния до перицентра пролётной траектории у Юпитера.
- Была дана оценка времени полета от перигелия до ближайшей точки фокуса.

Время полета и импульс скорости в перегелии



Перицентр при гравитационном маневре у Юпитера



Вывод

1. С использованием пассивного маневра у Юпитера достичь 550 а.е. представляется возможным, но время перелета будет лежать в пределах 2050 – 2250 лет, что не удовлетворяет нашей задаче
2. С использованием импульса скорости 5 км/с в перигелии удастся достичь времени перелета 33-102 лет
3. Учитывая естественное ограничение аппарата на расстояние до перигелия время полета составляет 58 лет
4. Высота перицентра при гравитационном маневре у Юпитера при возможных расстояниях перигелия лежит в пределах от 1 радиуса Юпитера до 6,5 радиусов Юпитера
5. Для минимально возможного расстояния перигелия расстояние перицентра принимает значения от 1 до 3 радиусов Юпитера с применением соответствующих импульсов скорости в перигелии от 5,2 км/с до 5,9 км/с.

Дальнейшее направление исследования

- Получение характеристик орбиты для участка от перигея до Юпитера:
 - расстояния до перигея околоземной орбиты старта,
 - начальной скорости аппарата в точке старта;
- Согласование характеристик траектории с техническими возможностями аппаратов;
- Оптимизация траектории в полученных параметрах для минимального времени перелета.



Спасибо за внимание!