



Конференция Совета молодых учёных
и специалистов ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
23 декабря 2021 года



В поисках жизни: полёт в солнечно-гравитационную обсерваторию в 100 миллиардах километров от Земли

Перепухов Д.Г.¹

¹Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша (РАН),
отдел №7 «Динамика космических систем», старший инженер

СОДЕРЖАНИЕ

- Поиск жизни традиционными телескопами
- Гравитационное линзирование
- Миссия к Гравитационному Фокусу Солнца (ГФС)
- Вызовы миссии
- Роль нашего отдела

ПОИСК ЖИЗНИ

До нас - 100 световых лет



Хочется изучить
на наличие **ЖИЗНИ**?
Нужен **телескоп**!

Но какой...



ГРАВИТАЦИОННОЕ ЛИНЗИРОВАНИЕ

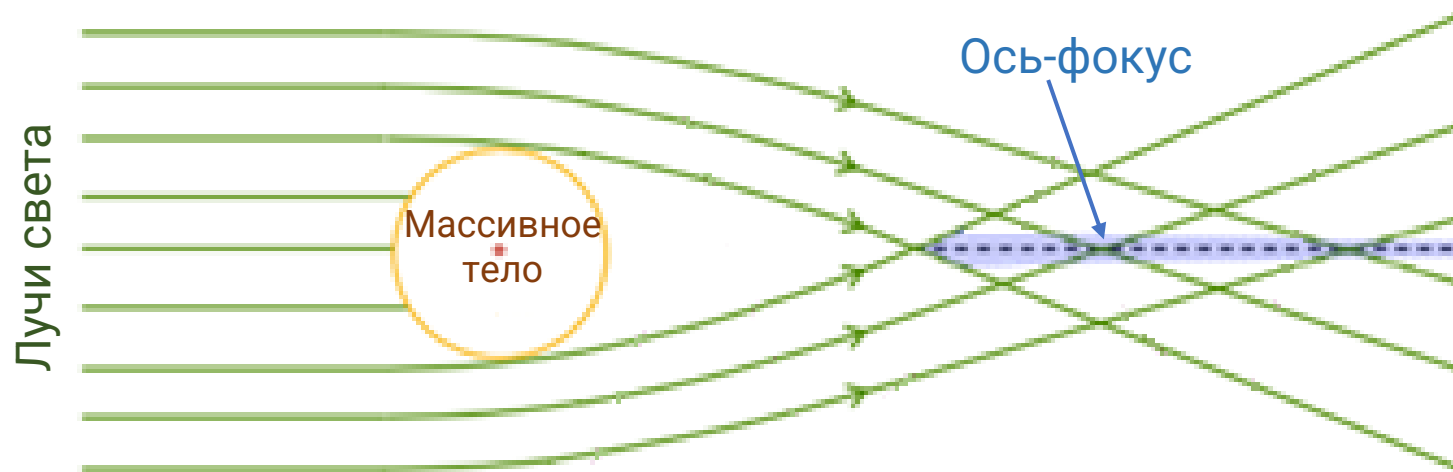
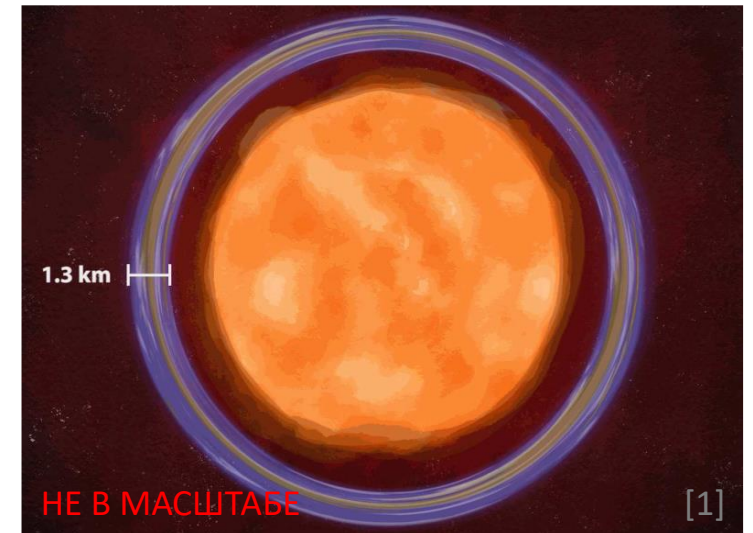
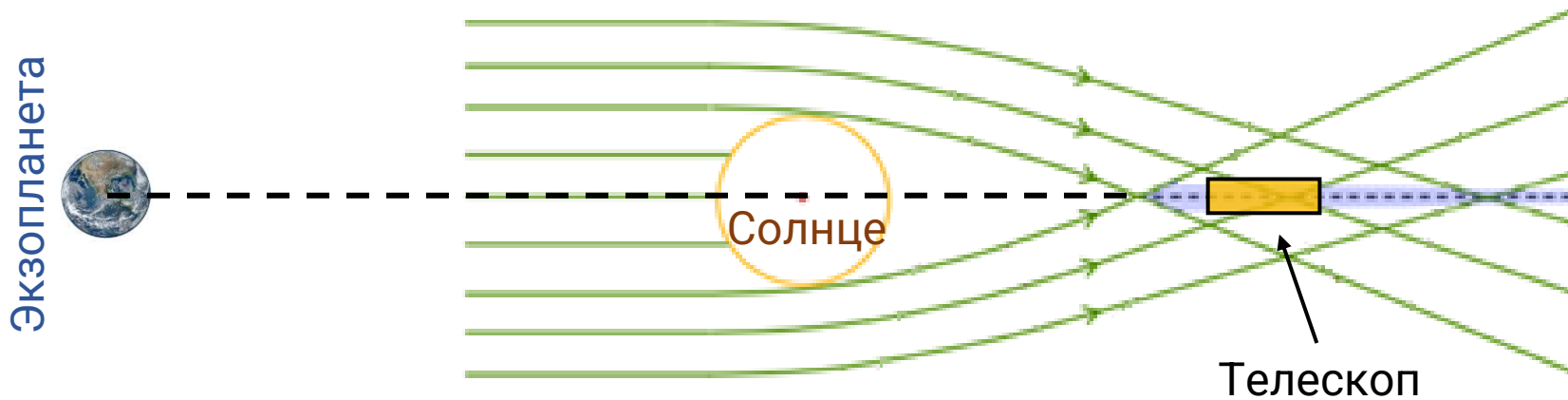


Схема гравитационного линзирования



Гравитационное линзирование кластером галактик (снимок телескопом Hubble)

СОЛНЦЕ КАК ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА ДЛЯ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ



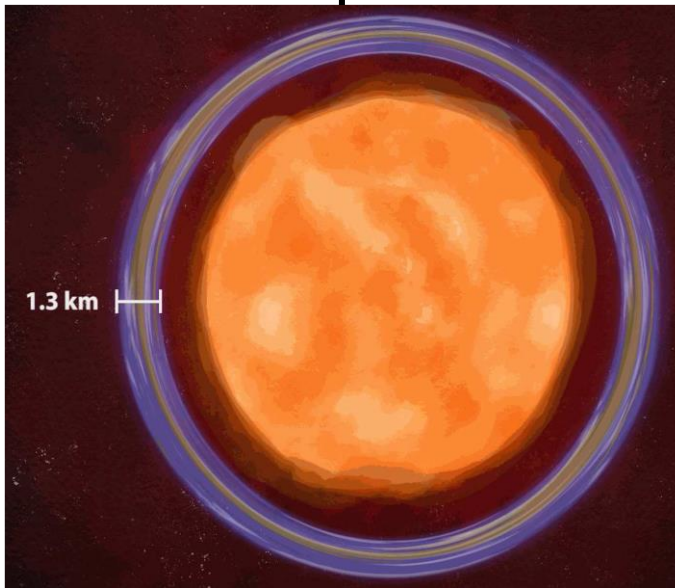
Помещаем телескоп
в Гравитационный Фокус Солнца (ГФС)

Наблюдаем свет
от экзопланеты

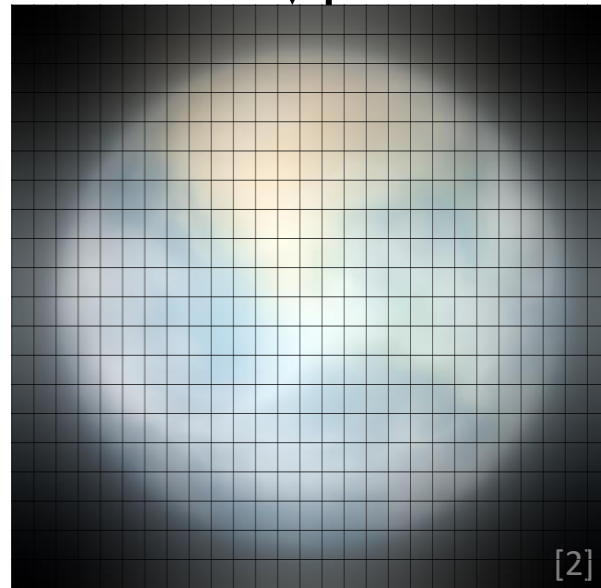
СОЛНЦЕ КАК ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА ДЛЯ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ

Обработка сигнала

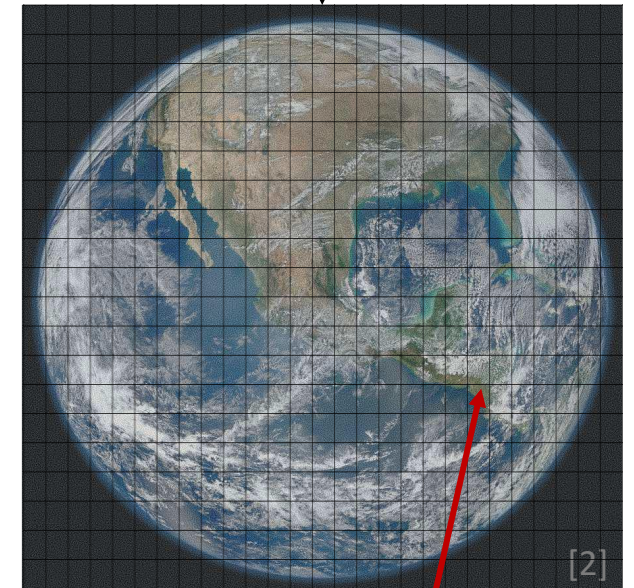
Устранение шумов



Косвенные признаки жизни



Лесные массивы



Города

До 20 км
на пиксель!

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ФОКУС СОЛНЦА

Круто! Но куда лететь?

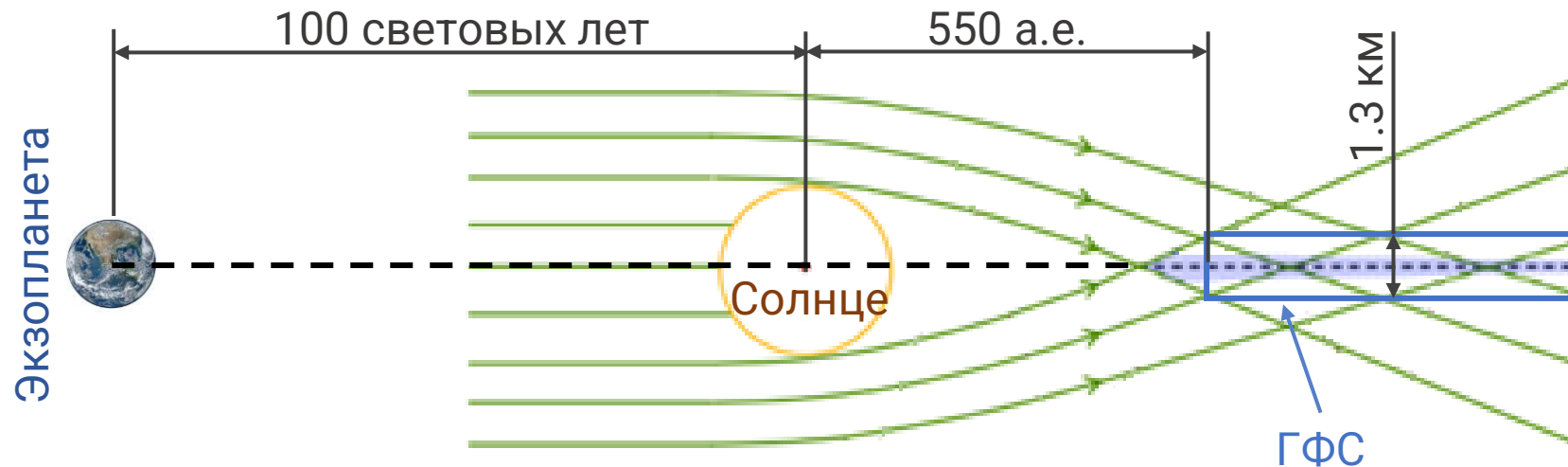
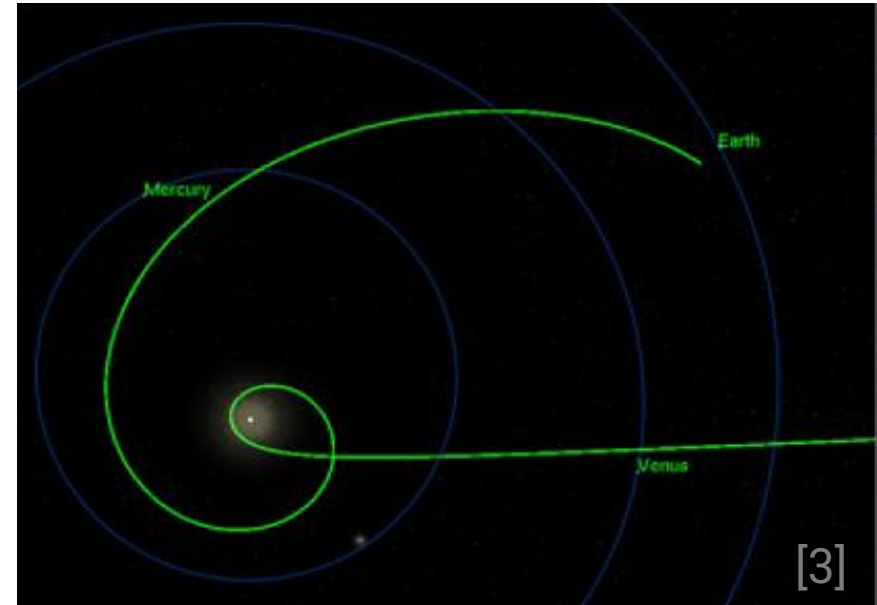
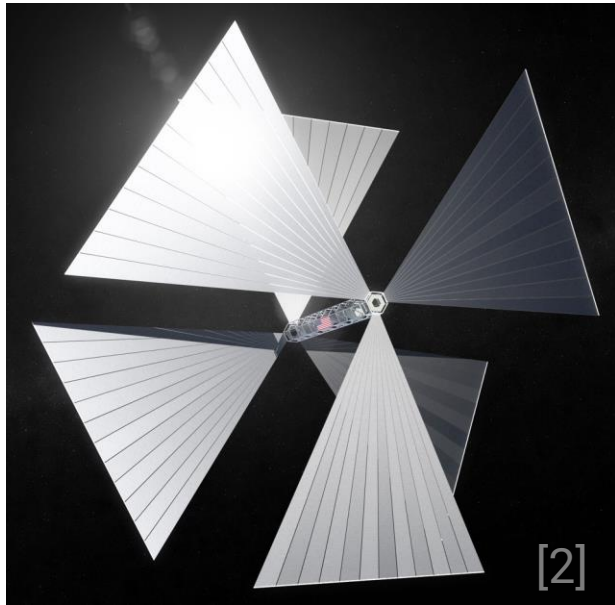


Схема расположения и размера
Гравитационного Фокус Солнца (ГФС)

Для сравнения:
«Voyager 1» сейчас на расстоянии менее 156 а.е.

МИССИЯ В ГФС

Цель: добраться до ГФС
менее чем за 25 лет.



- Группировка малых аппаратов с солнечными парусами

- Очень близкий пролёт Солнца
- Скорость 20 а.е./год на вылете из Солнечной системе

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ МИССИИ

Главный разработчик миссии: Вячеслав Турышев, NASA JPL.

Программа *NASA Innovative Advanced Concepts* (NIAC)

- 1-я фаза – **завершена**
- 2-я фаза – **завершена**
- 3-я фаза – **в процессе**

2023-2024

первый пробный запуск

2060

Наблюдение экзопланеты из ГФС

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ

Термическая защита

Радиационная защита

Навигация и управление

Связь

Энергетическое обеспечение

ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Пролёт солнца

Требуется разработка робастного алгоритма управления в экстремальных условиях

Полёт к ГФС

Требуется исследование методов навигации и управления на прямолинейных траекториях

Работа в ГФС

Требуется разработка автономных алгоритмов навигации и управления, обеспечивающих метровую точность

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Будущее уже здесь!

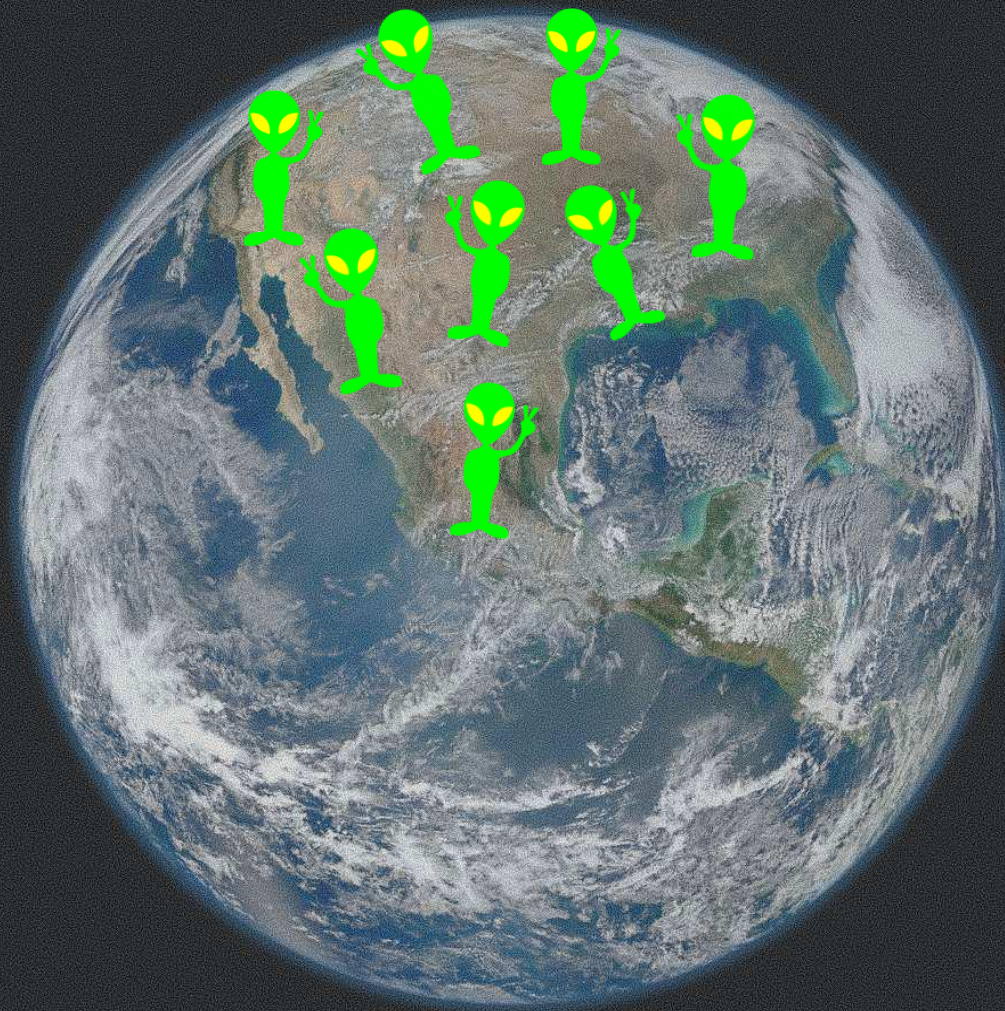
Эффект гравитационного линзирования собираются использовать для поиска жизни на экзопланетах

Для этого придётся лететь далеко за пределы солнечной системы

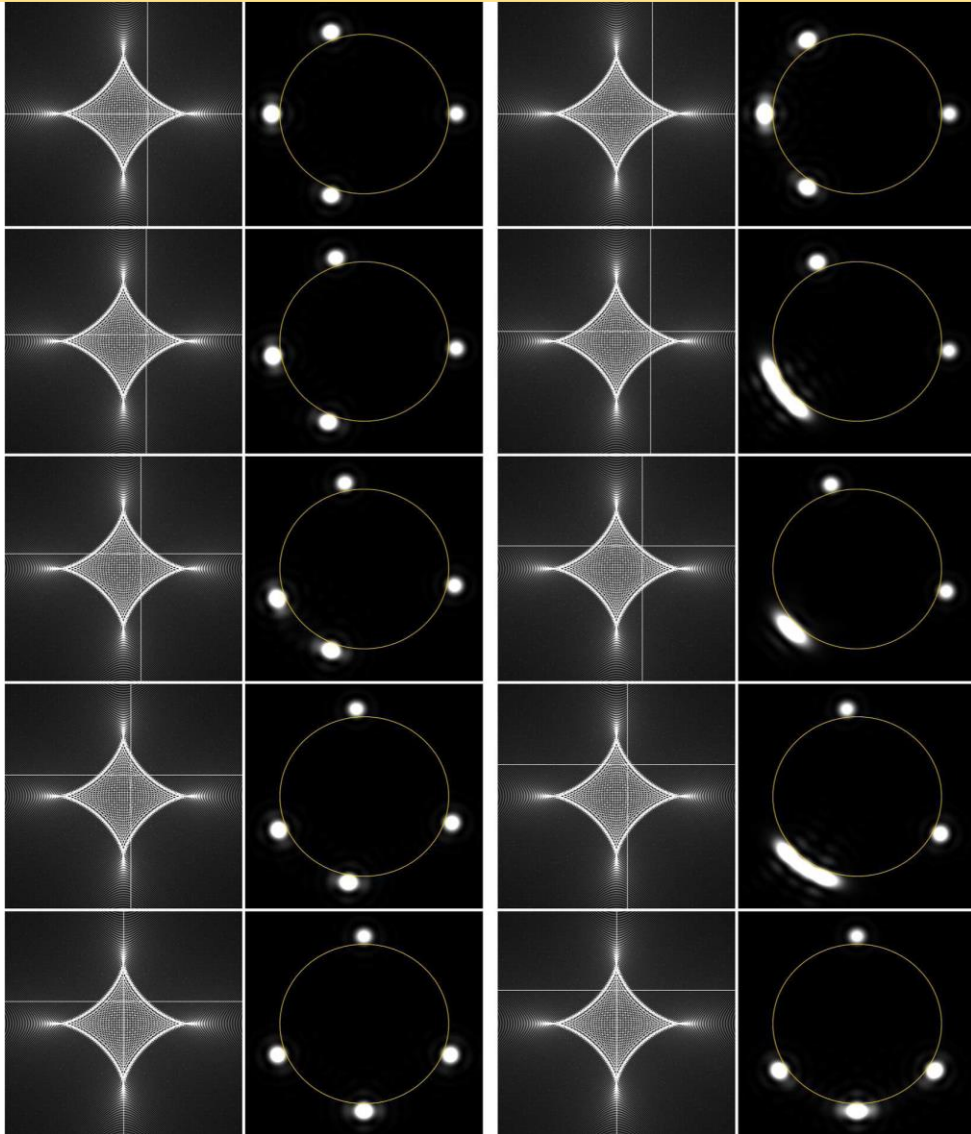
В рамках миссии возникает огромное количество нерешённых технических проблем

Наш отдел может помочь миссии в вопросах навигации и управления

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



НАВИГАЦИЯ ПО ВИДИМОМУ КОЛЬЦУ ЭЙНШТЕЙНА



На картинке – симуляция видимого кольца (креста) Эйнштейна от точечного источника

Левые столбцы: интерференционная картина в ГФС, перекрестие – положение телескопа

Правые колонки – изображение, видимое в телескоп

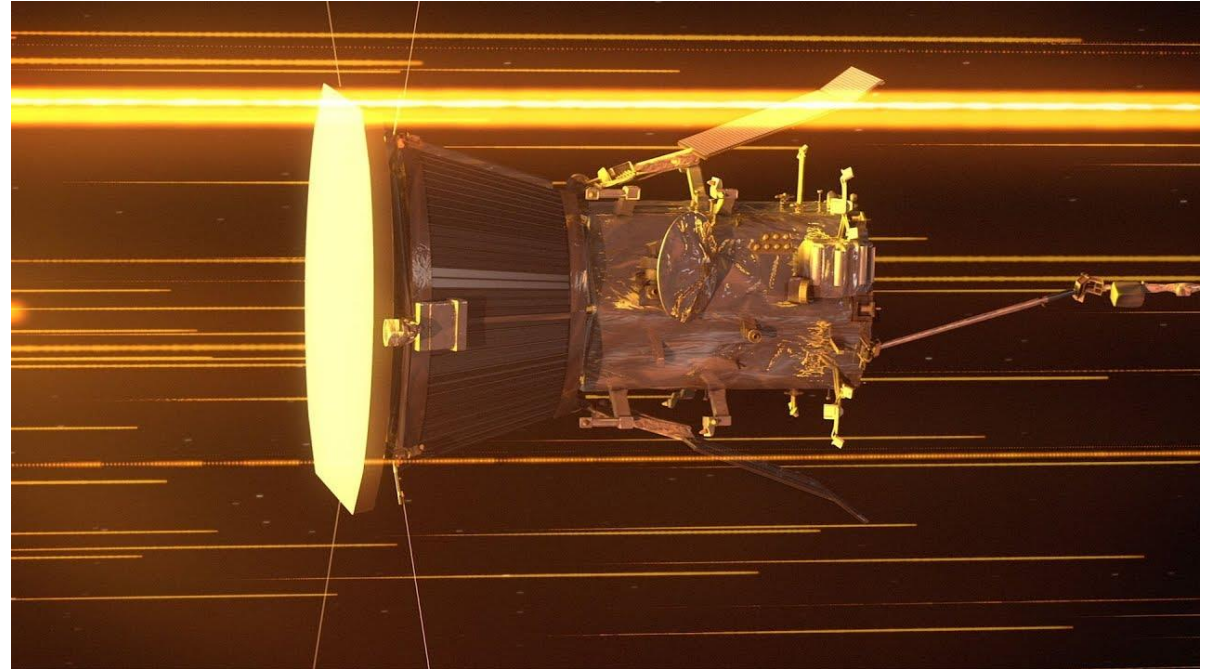
Изображение в ГФС крайне чувствительно к положению наблюдателя

Используя изображение экзопланеты и её материнской звезды можно очень точно позиционировать в ГФС

ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Пролёт солнца

- Экстремальные условия
- Высокие требования по точности
- Солнечные паруса
- Автономность



ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Навигация и управление в полёте

- DSN не доступно вне Солнечной системы
- Быстрый вылет из солнечной системы
- Траектория близка к прямолинейной
- Высокие требования по точности
- Большая длительность полёта
- Большие расстояния
- Группировка
- Малая тяга

Оптические измерения
не столь информативны

На самом деле достаточно попасть
в регион диаметром ~ 100.000 км

ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Навигация и управление в ГФС

- Обратная связь по видимому изображению кольца Эйнштейна
- Метровые точности позиционирования и навигации
- Компенсация постоянного сложного движения ГФС
- Управление всей группировкой
- Автономность

Добавить картинку