

Навигационное обеспечение космического  
эксперимента  
в миссиях ФКП 2016-2025 гг:  
информационная система **SPICE**  
(**S**pacecraft **P**lanet **I**nstrument **C**-matrix **E**vents)

"МЕХАНИКА, УПРАВЛЕНИЕ, ИНФОРМАТИКА"  
Семинар под руководством Р.Р. Назирова

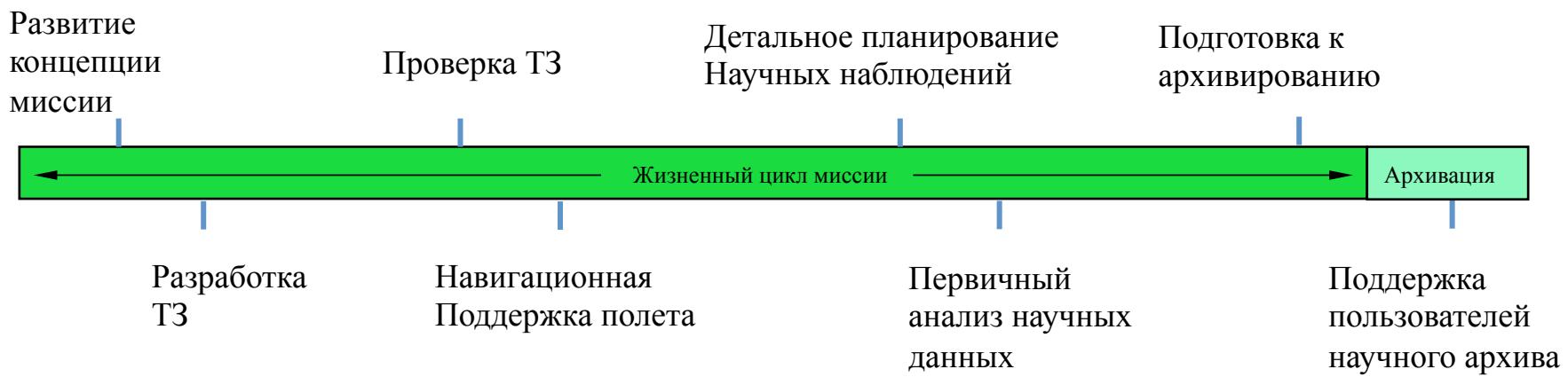
Ледков Антон  
Москва  
2015

# **Федеральная космическая программа России на 2016-2025 годы**

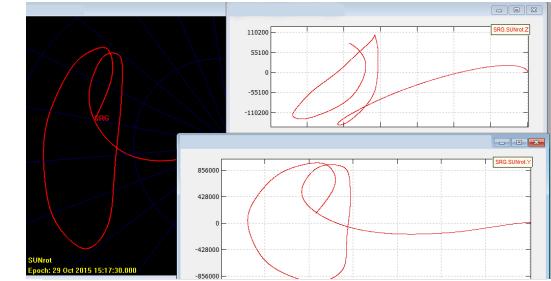
**фундаментальные космические и технологические исследования**

Проект	Запуск КА
«ЭкзоМарс» № 1	2016
«Спектр-РГ»	2017
«ЭкзоМарс» № 2	2018
«Луна-Глоб»	2019
«Бион-М» № 2	2020
«Спектр-УФ»	2021
«Луна-Ресурс-1»	2021
«АРКА»	2023
"Экспедиция-М"	2024
«Резонанс» № 1, №2	2024
«Резонанс» № 3, № 4	2025
«Бион-М» № 3	2025
«Интергелио-Зонд»	2025
«Марс-Сервейер»	2016 – 2025
«Коронас-К»	2016 – 2025
	«Спектр-М» «Гамма -400»

# Этапы миссии, требующие навигационную вспомогательно - информационную поддержку

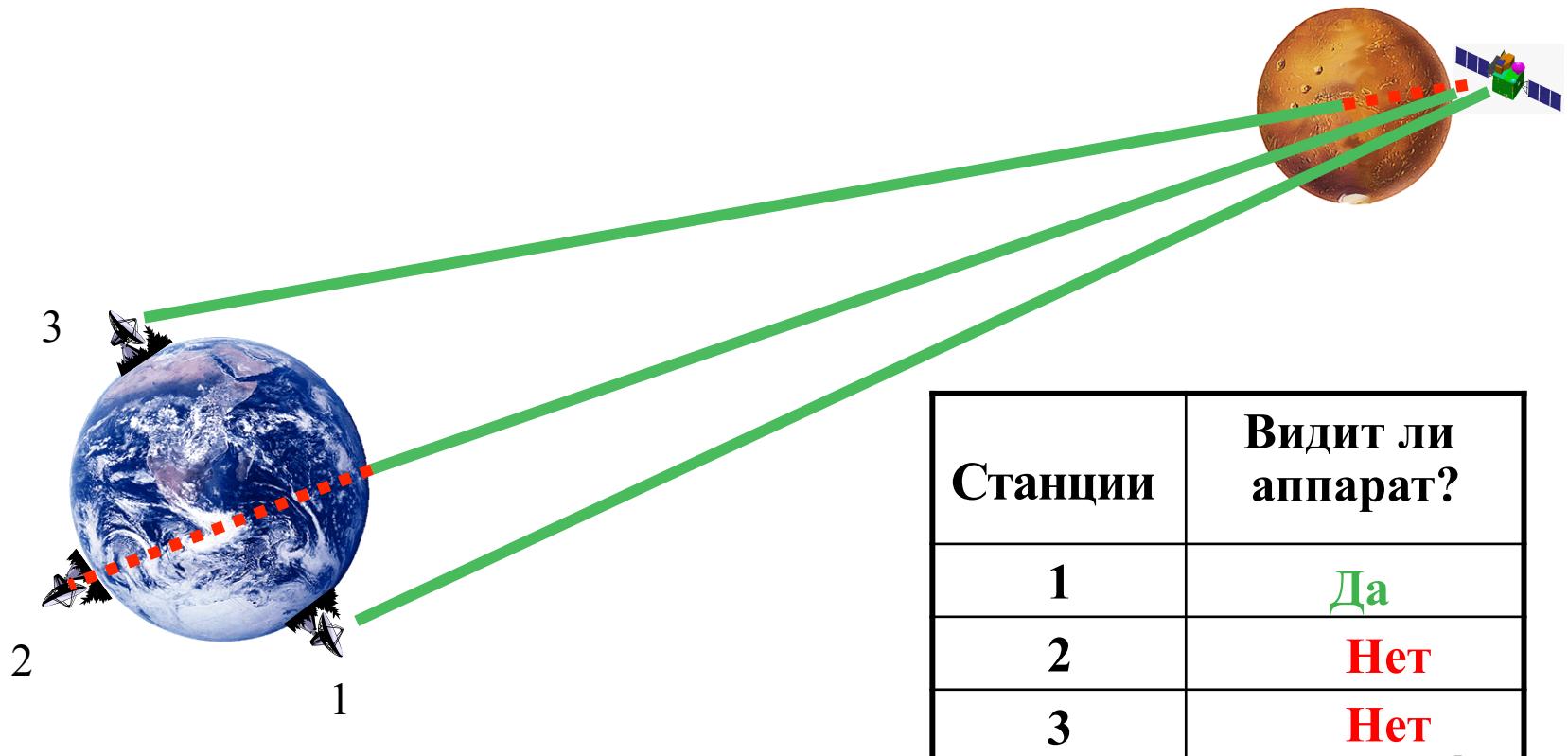


# Примеры:

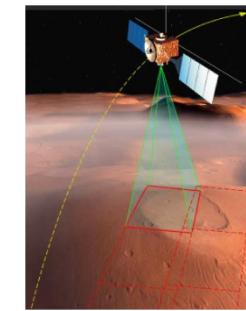
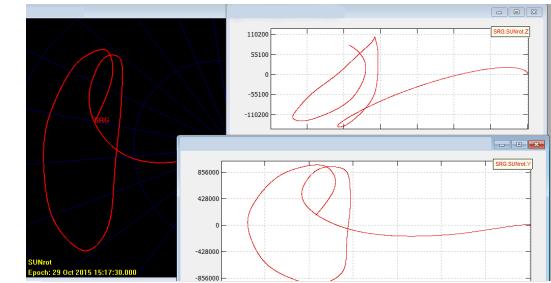
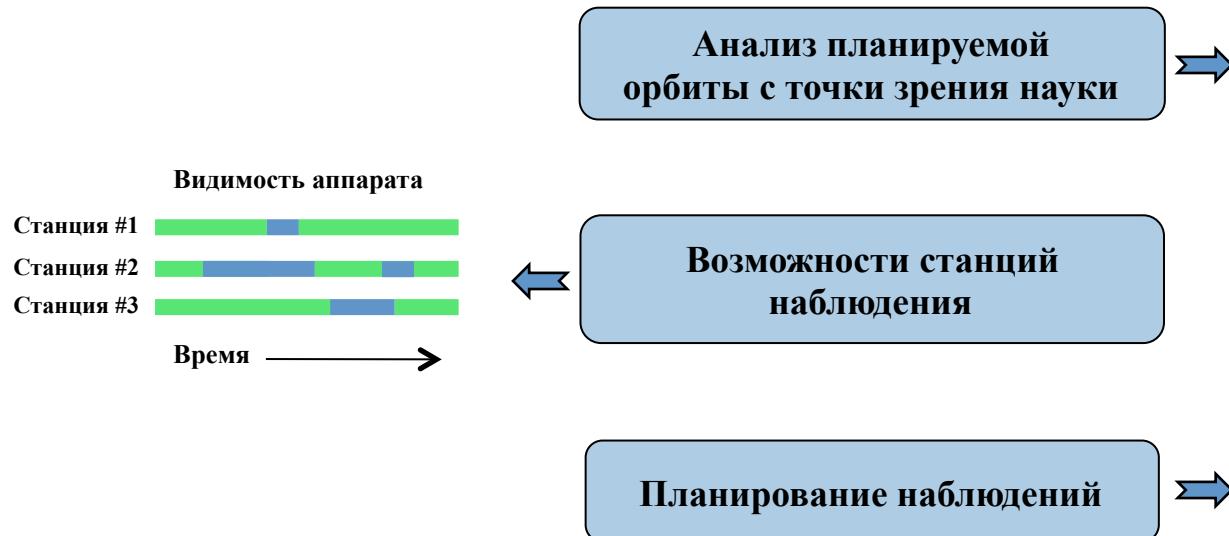


## Видимость космического аппарата

Предположим, вам необходимо определить, какие станции может "видеть" космический аппарат на конкретный момент времени.

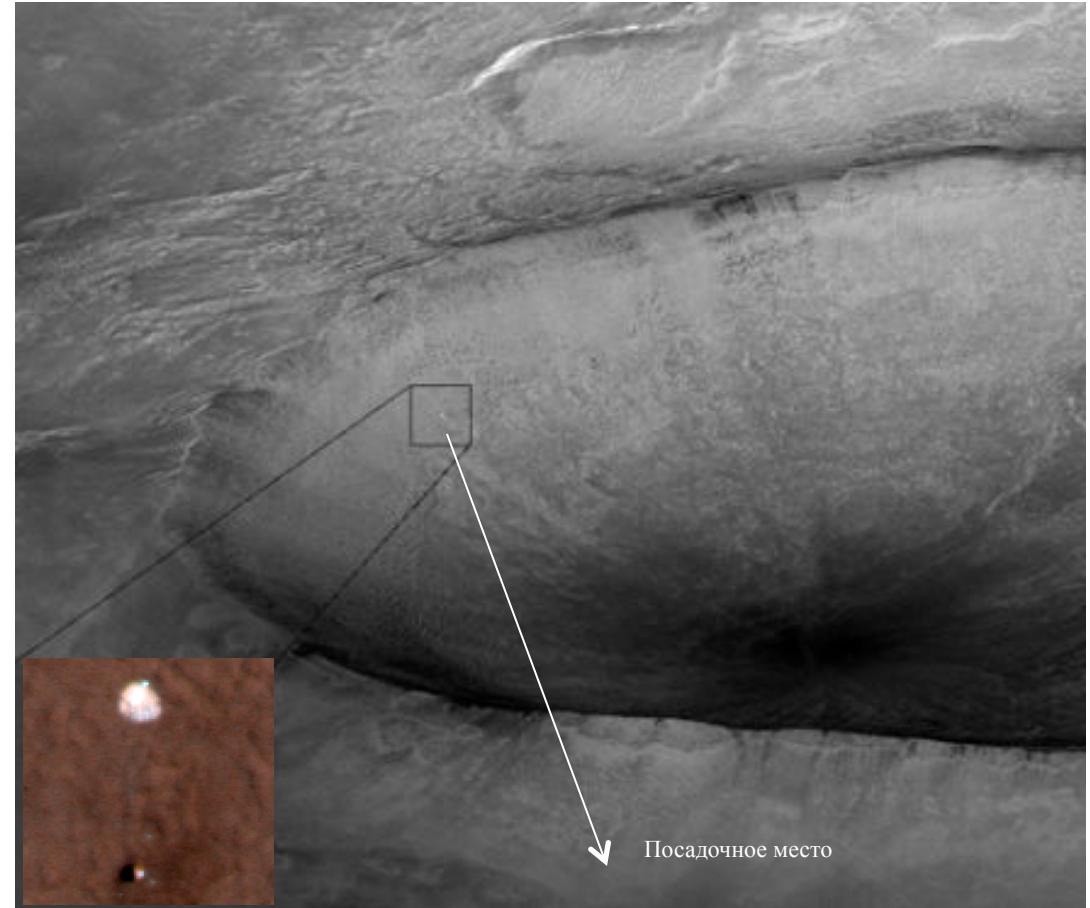
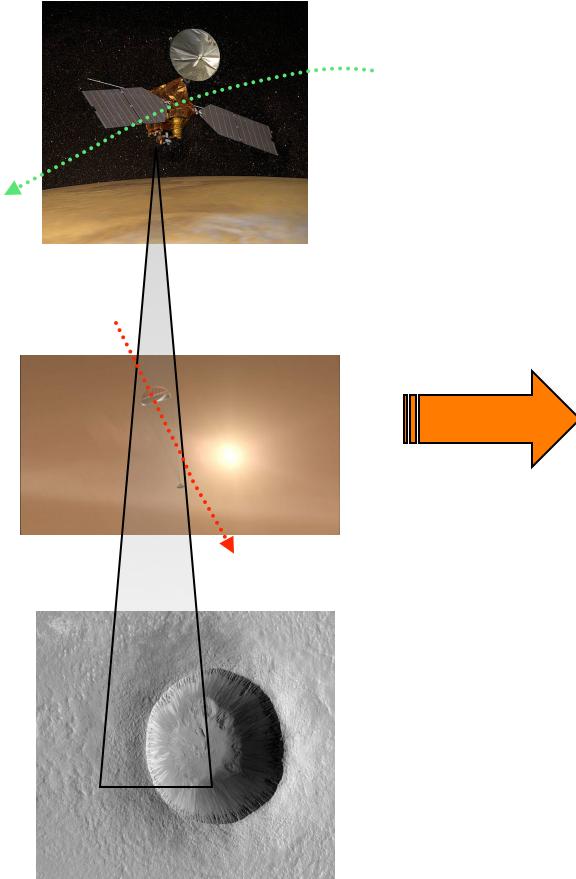


# Примеры:

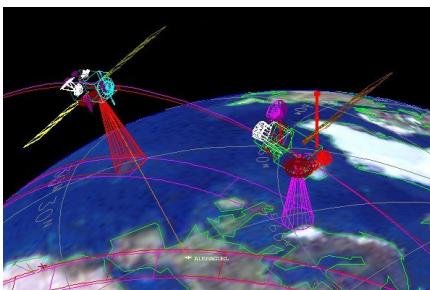
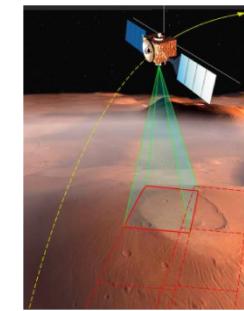
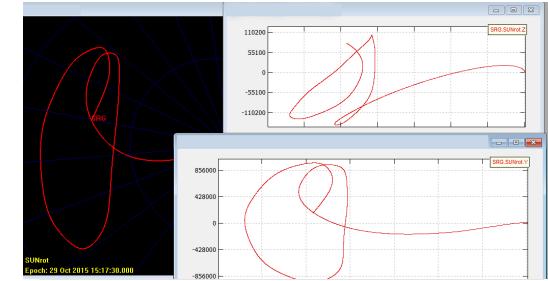
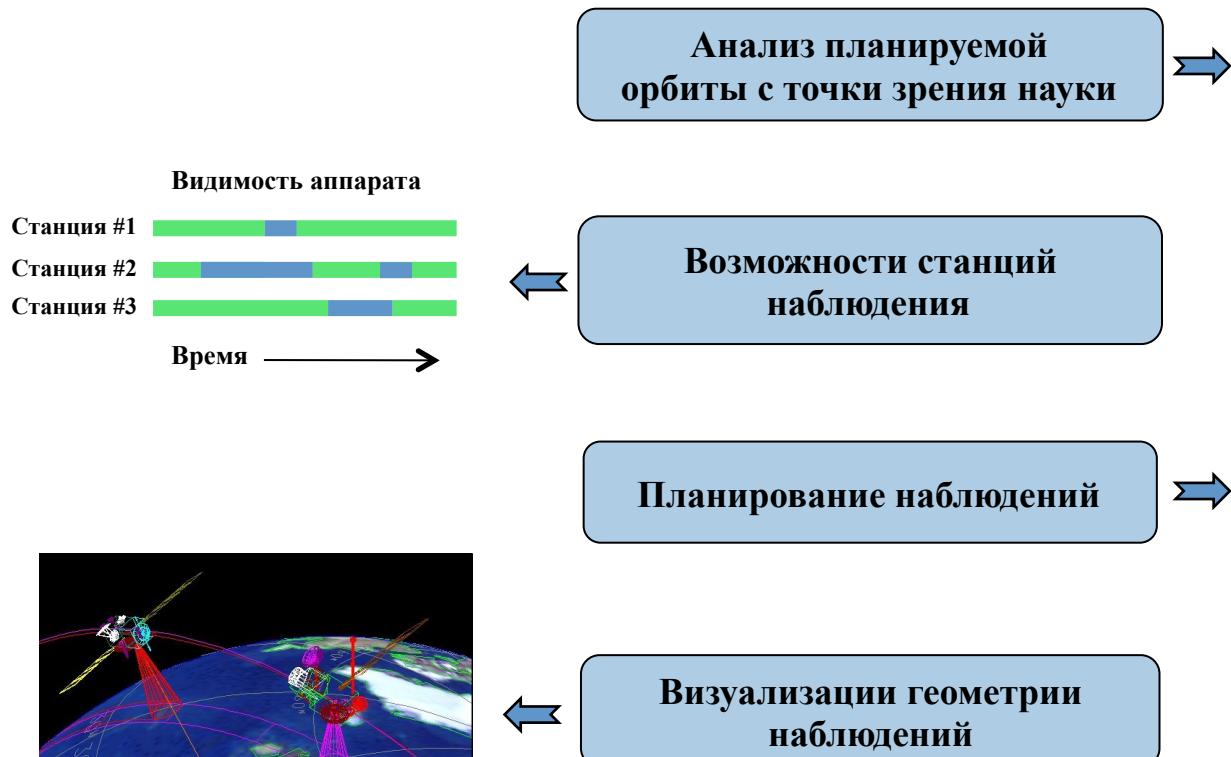


# Планирование наблюдений

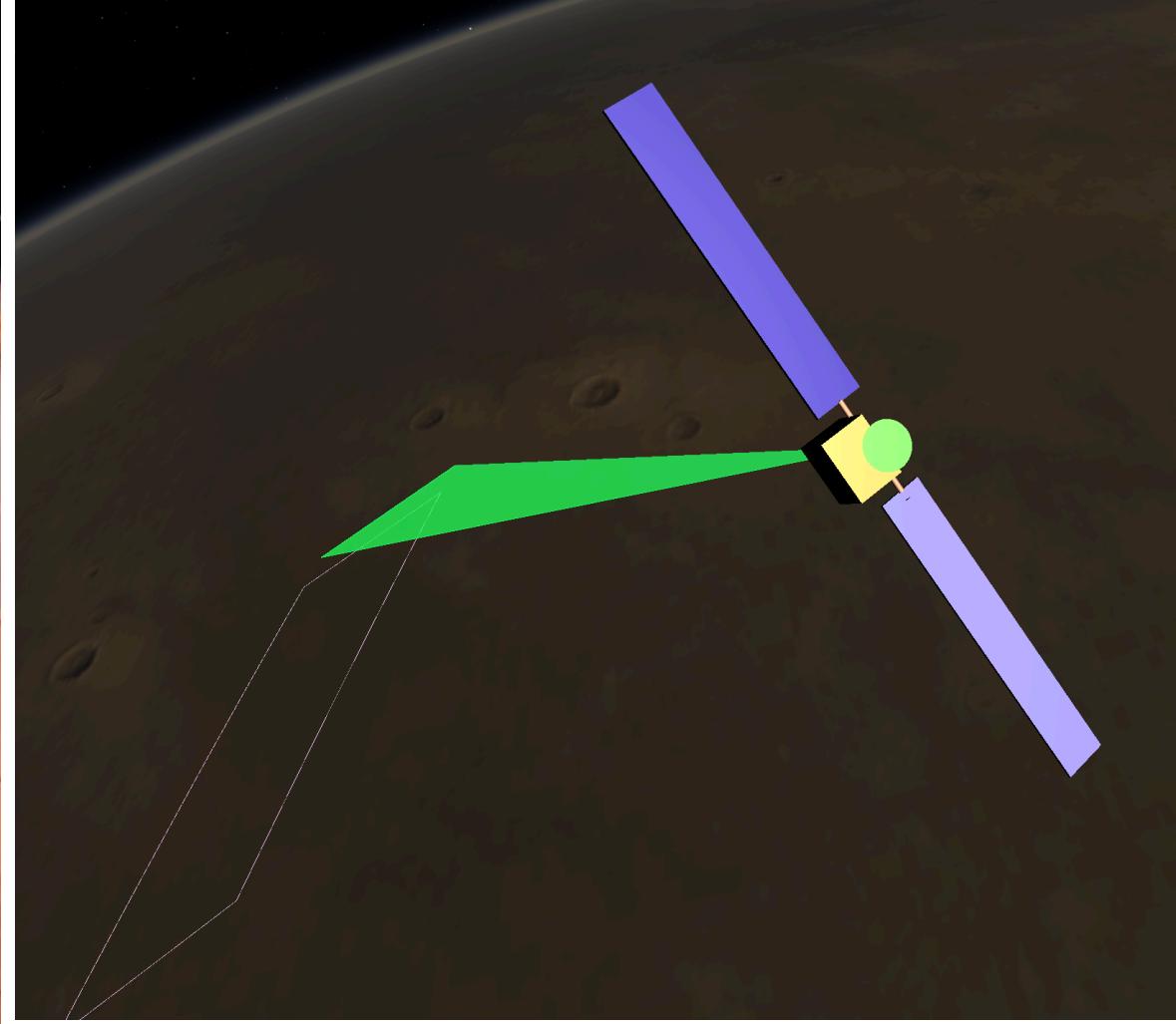
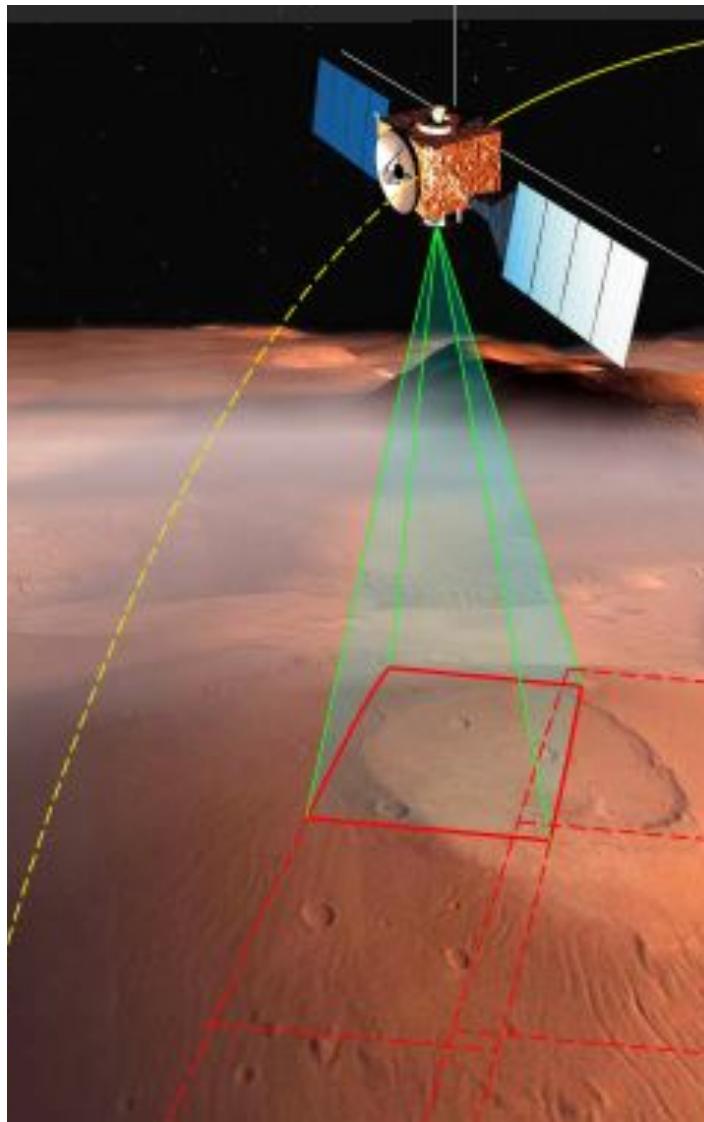
Предположим Вы хотели бы сфотографировать Phoenix Lander парашютирующий на поверхность Марса, с помощью камеры на борту Mars Reconnaissance Orbiter.



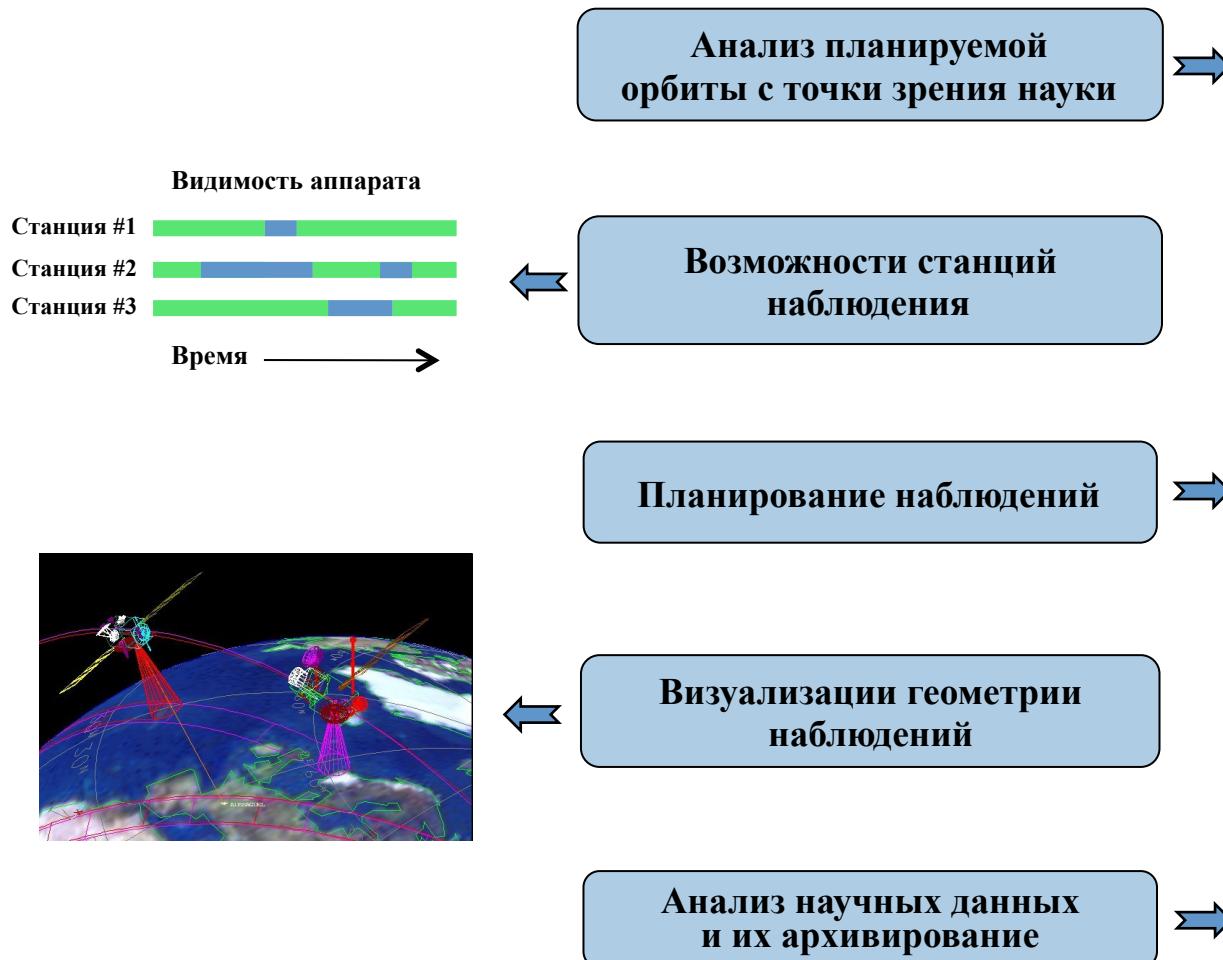
# Примеры:



# Визуализации геометрии наблюдений

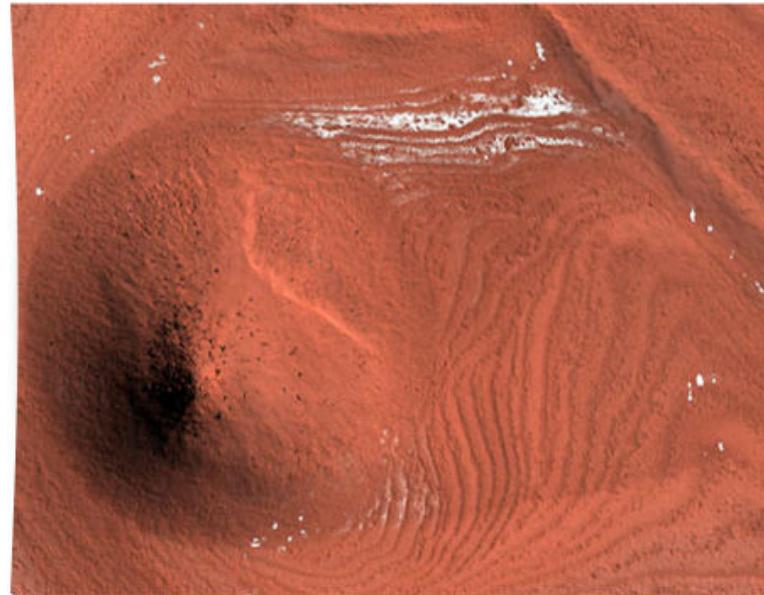


# Примеры:



## Анализ научных данных

Предположим у вас есть фотография Марса



Гора или кратер?  
Какая ширина?  
На сколько глубоко или высоко?  
На сколько крутые стороны?  
Широта и долгота?

# Системы координат камеры

**1. Система координат изображения**



FK

**2. Внутренняя система координат камеры**



FK

**3. Приборная система координат**



FK

**4. Система координат аппарата**



CK

**5. Инерциальная система координат  
(J2000)**

**Как решать подобные задачи ?**

# SPICE



# Аббревиатура SPICE

S

Spacecraft (Космический аппарат)

P

Planet (планета)

I

Instrument (прибор)

C

C-matrix (ориентация)

E

Events (события)

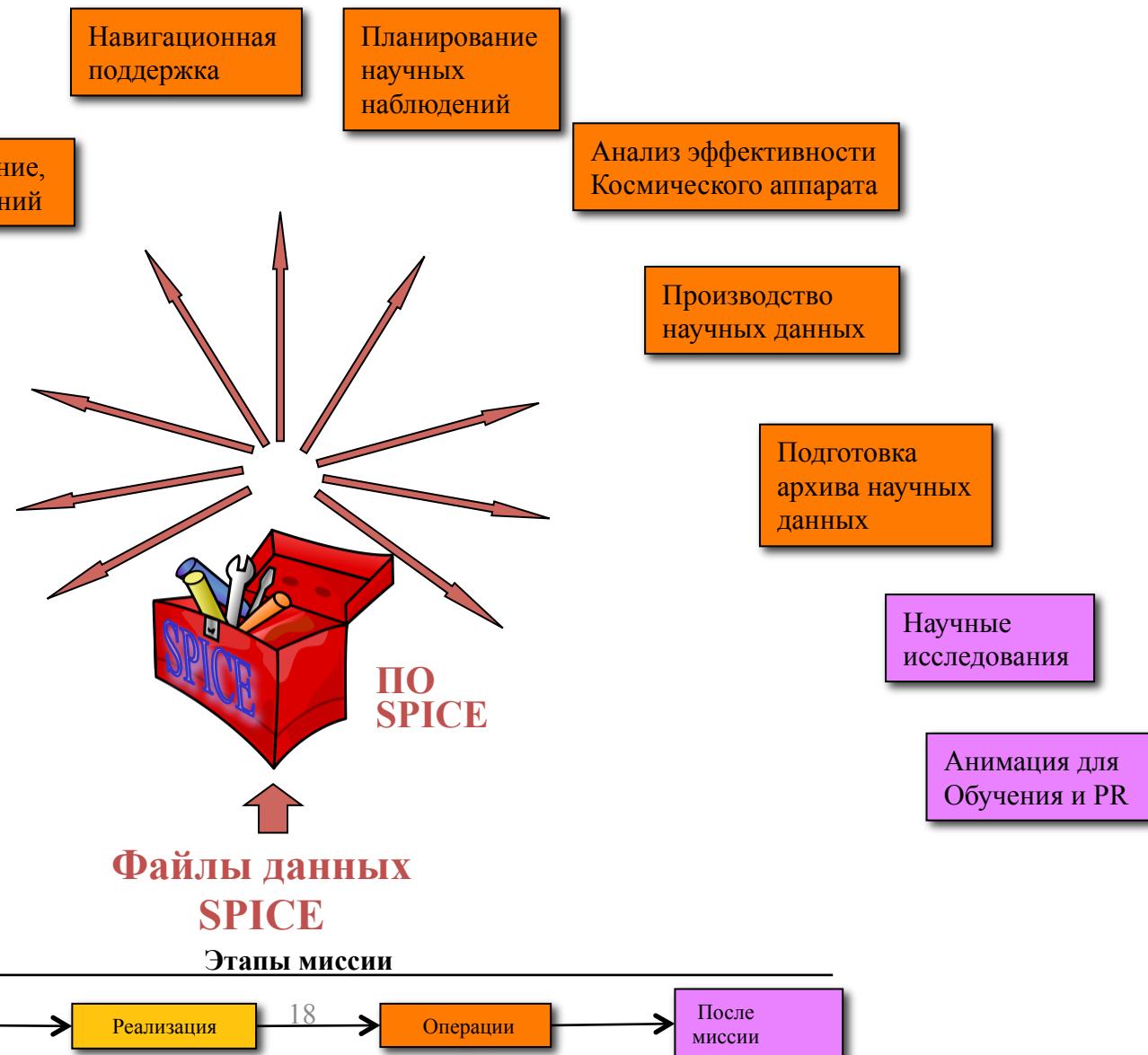
**SPICE** – система хранения навигационных и вспомогательных данных, необходимых для осуществления планирования наблюдений и обработки результатов экспериментов, проводимых научными приборами в космических проектах.

# История

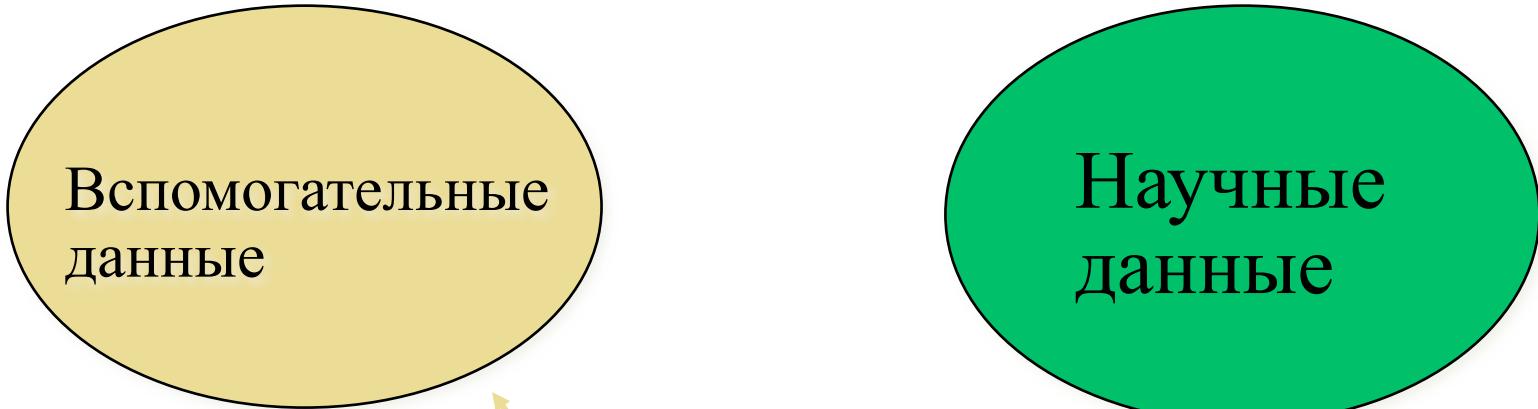
---

- Разработка системы SPICE была начата учеными в 1984 году как часть крупного проекта по улучшению архивирования и распространения данных космической науки во всех дисциплинах НАСА
- Ответственность за развитие системы SPICE была возложена на созданный отдел NAIF, в Лаборатории реактивного движения (JPL)
- Полноценна система SPICE работает с 1991

# SPICE может поддерживать на всех этапах миссии



## Два типа данных



SPICE работает с **этими** данными для поддержки и анализа **этих** данных

# SPICE



ПО

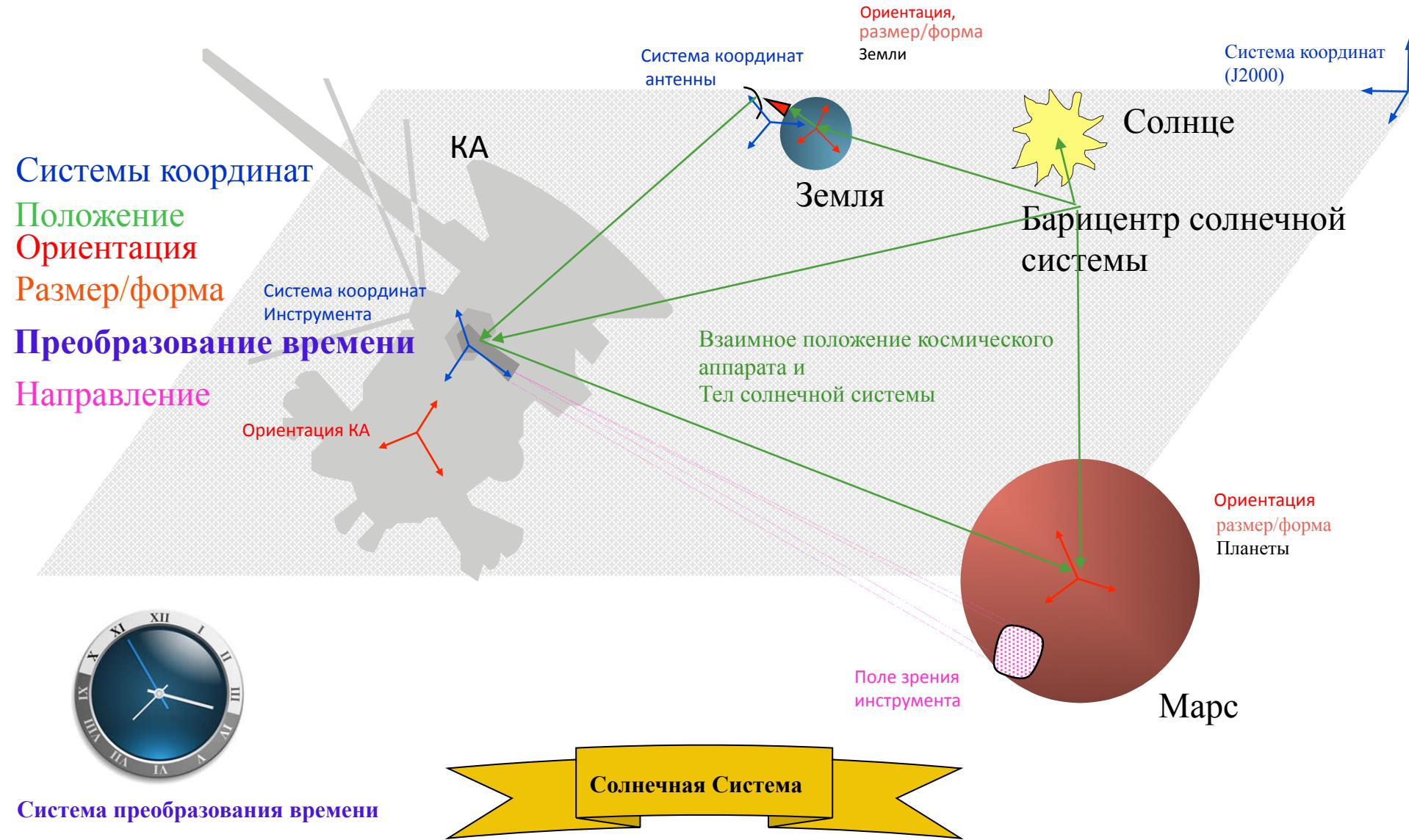


SPICE

SPICE работает с **этими** данными для  
поддержки и анализа научных данных

- “Вспомогательные данные” это те данные, которые помогают ученым и инженерам определять:
  - Положение космического аппарата
  - Ориентацию КА и его приборов
  - Положение, размер, форма и ориентация наблюдаемого объекта
  - События происходящие на КА или Земле, которые могут повлиять на интерпретацию научных наблюдений
- Все приведенные выше примеры можно использовать для определения как в прошлом, настоящем и будущем времени.

# SPICE предоставляет доступ к любой вспомогательной информации



# Откуда берутся вспомогательные данные?

---

- Некоторые приходят с аппарата
  - Некоторые приходят из центра управления полетами
  - Некоторые приходят от ученых
- 
- SPICE упаковывает данные в стабильные типы файлов, называемых "ядра".
  - Ядра доступны, наряду с программным обеспечением SPICE :
    - чтобы помочь ученым в области планирования и анализа научных наблюдений
    - чтобы помочь инженерам в области планирования и анализа операций с космическими аппаратами и наземных систем.

# Обзор данных SPICE и программного обеспечения (ПО)

## Логические звенья

## Физические звенья

## Содержимое

данные



SPICE Toolkit

Траектория КА или тела  
(Эфемериды)

Размер тела,  
форма и его ориентация

Установка прибора относительно  
платформы, его синхронизация.

Ориентация космического аппарата  
или любой структуры на нем

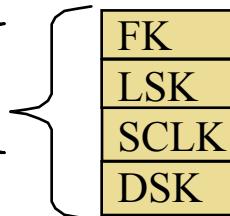
События:

- Научный план
- Последовательность событий
- Заметки экспериментатора

Спецификация систем координат  
Дополнительная секунда

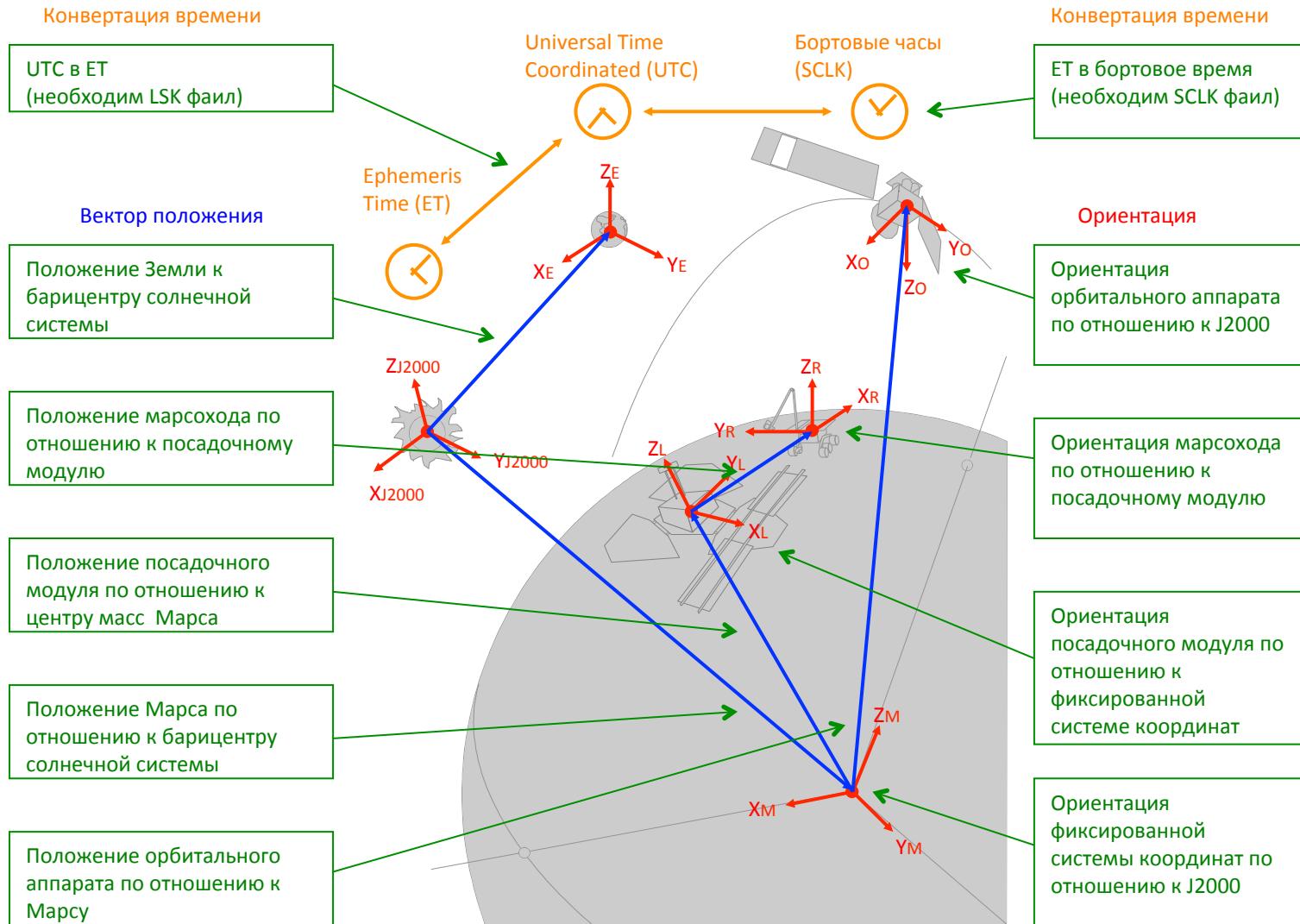
Бортовые часы

Цифровая модель формы

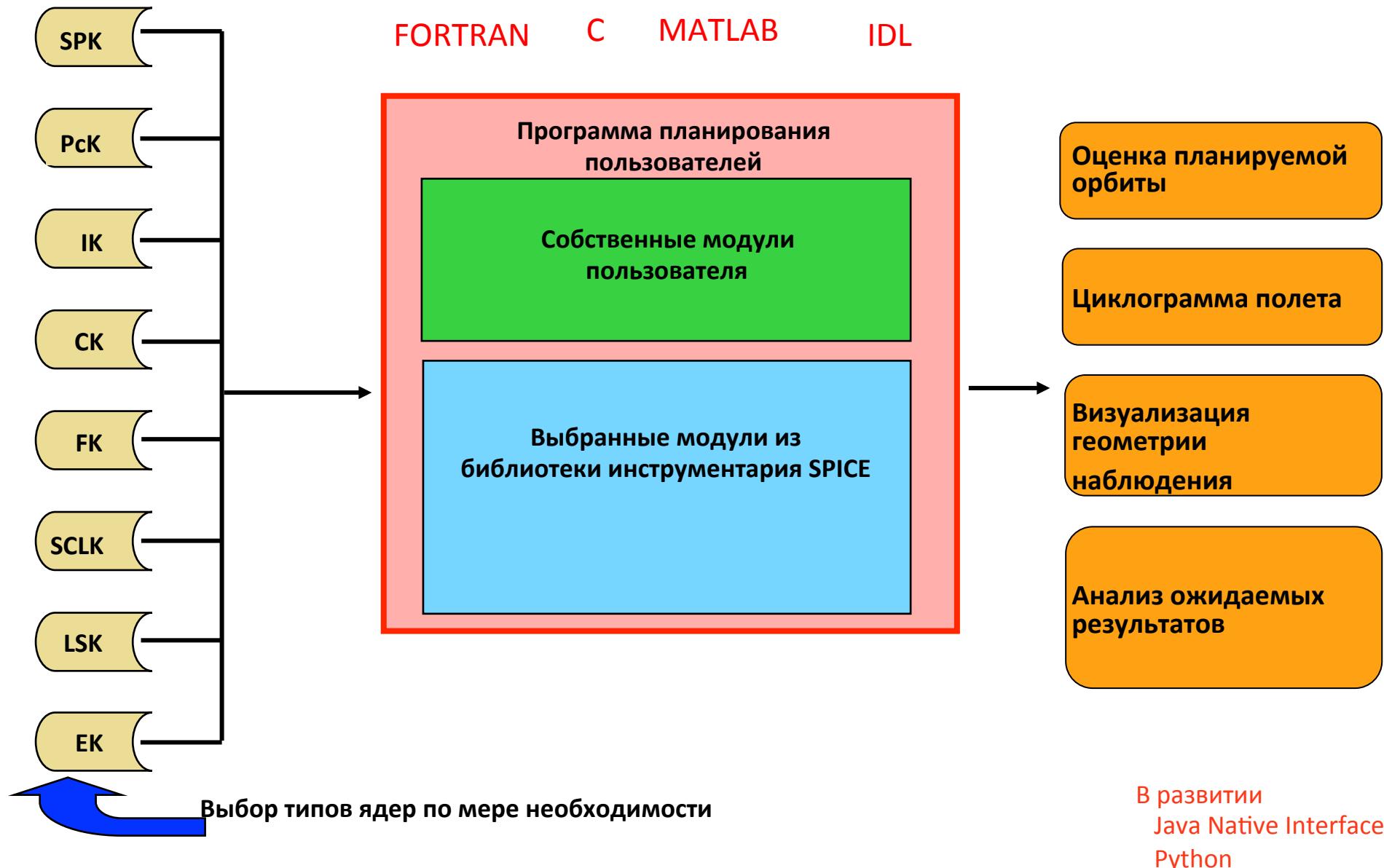


Библиотеки, приложения и  
утилиты, документация ПО

# Глобальная геометрия Миссии

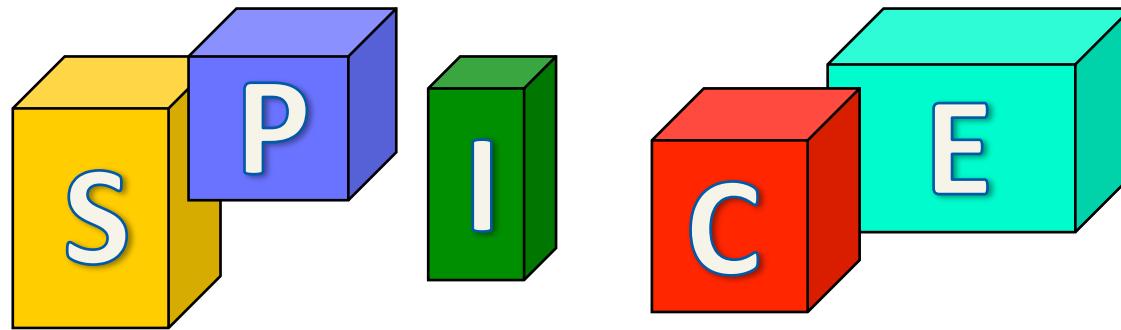


# Использование SPICE в планировании



# Система SPICE - “конструктор”

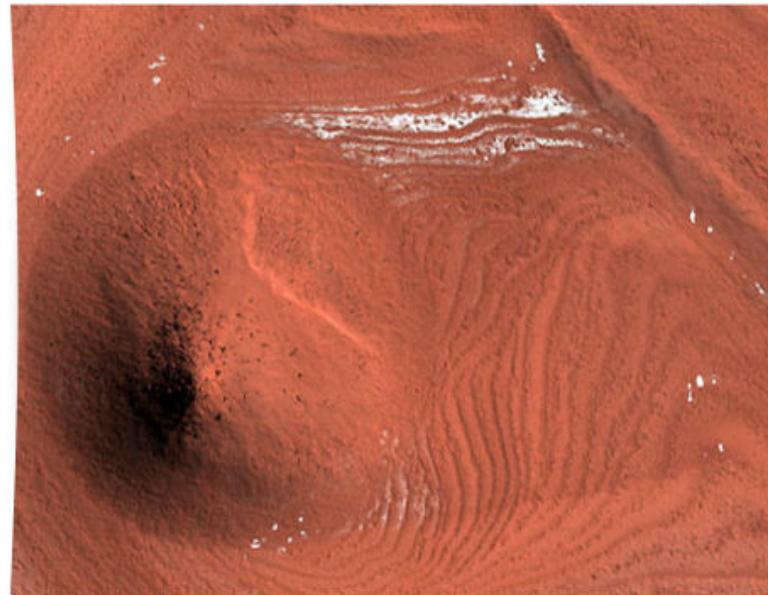
SPICE как набор строительных блоков



Используя эти блоки, программное обеспечение преобразует их в любую форму в зависимости от Ваших потребностей и желаний



Предположим у вас есть фотография Марса

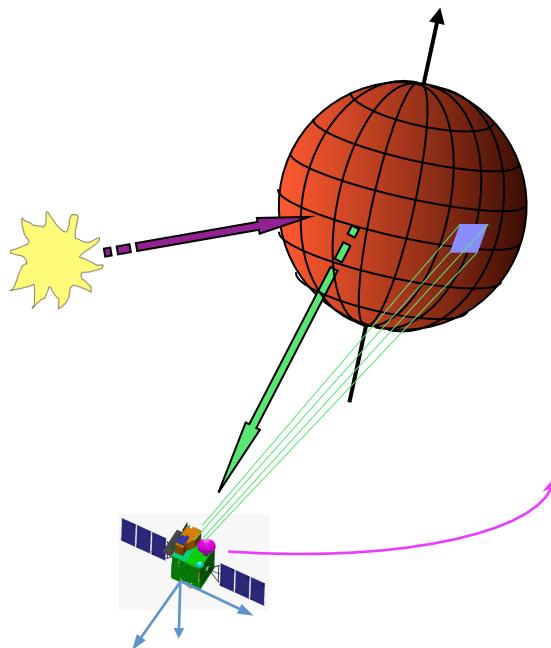


Гора или кратер?  
Какая ширина?  
На сколько глубоко или высоко?  
На сколько крутые стороны?  
Широта и долгота?

SPICE поможет Вам легко и точно определить геометрию наблюдения параметров, необходимых для ответа на эти вопросы.

# Что можно сделать при помощи SPICE?

**Вычислить много видов параметров геометрии наблюдения**



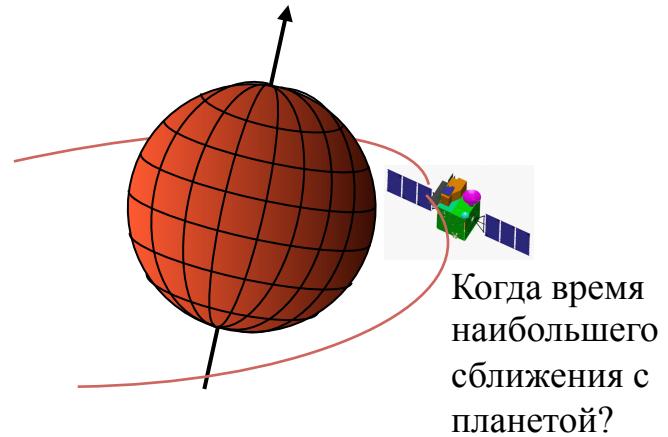
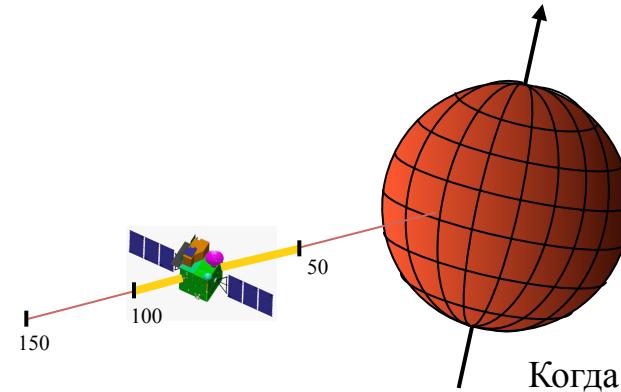
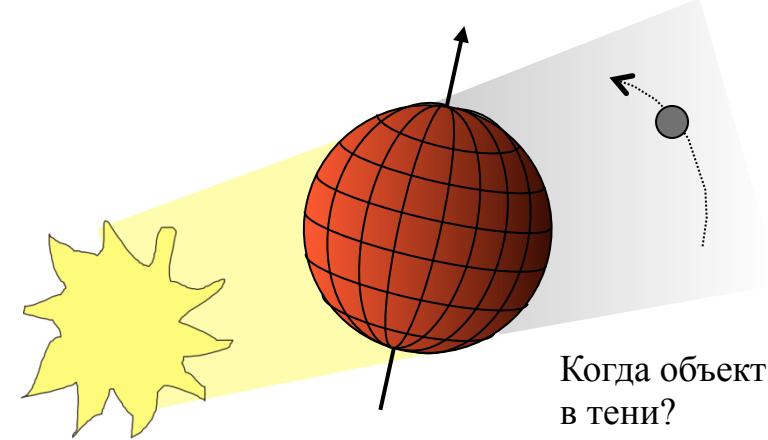
## *Несколько примеров*

- Положение и скорость планет, спутников, комет, астероидов и космических аппаратов
- Размер, форма и ориентация планет, спутников, комет и астероидов
- Ориентация аппарата и его различных движущихся структур
- Поле зрения инструмента

## Пример использования

Поиск времени, когда выбранное «геометрическое событие» имеет место, или если выбранное «геометрическое условие» существует

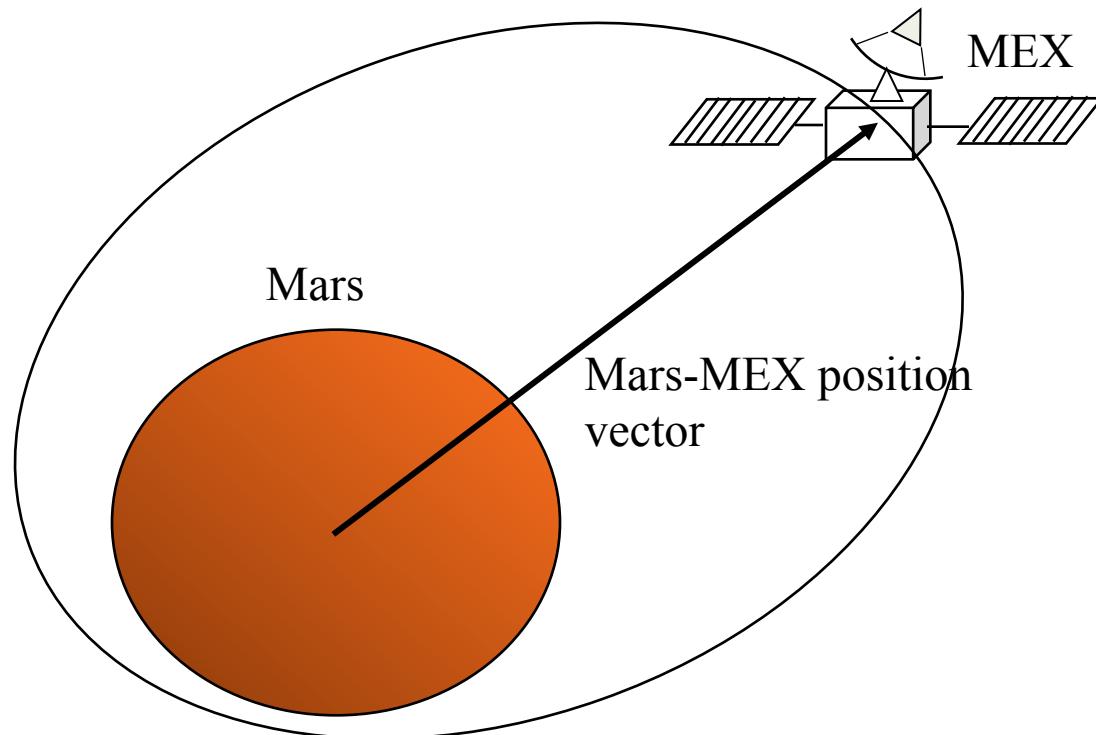
*Несколько примеров*



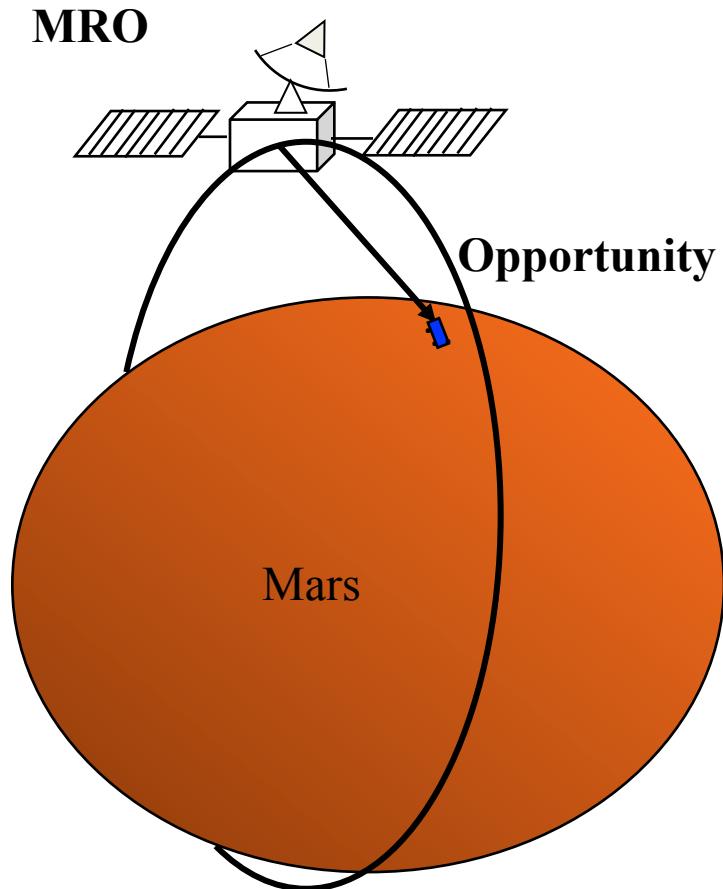
# Поиск события

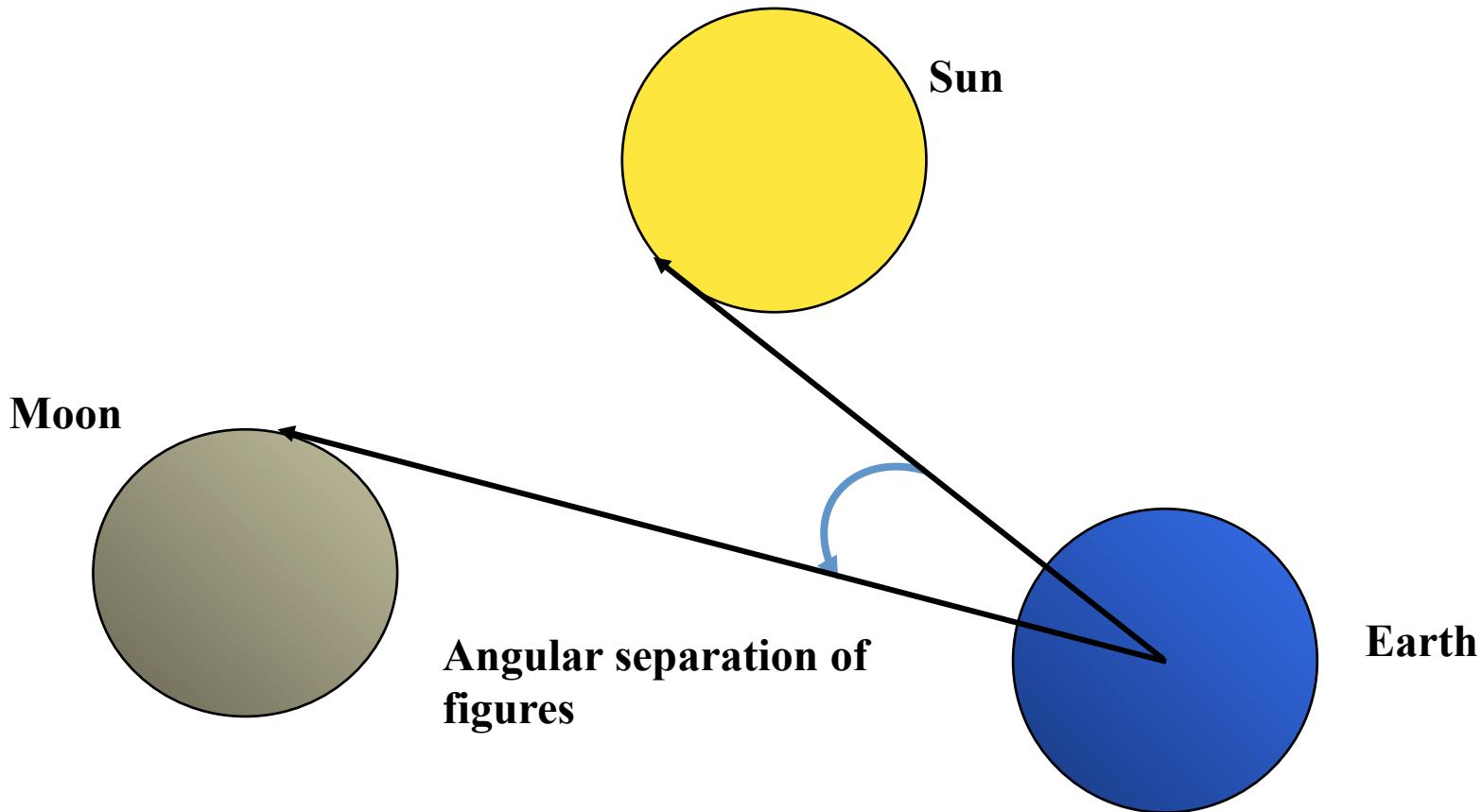
## Примеры

Найти время, когда Mars Express Orbiter (MEX) наиболее удален от Марса.

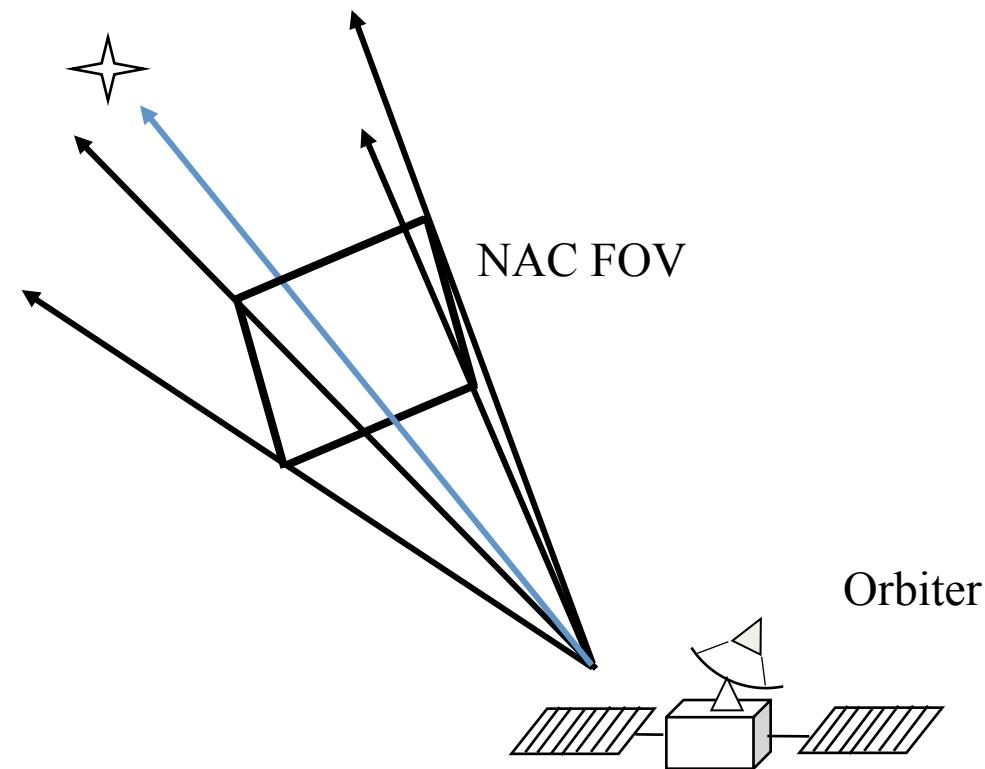


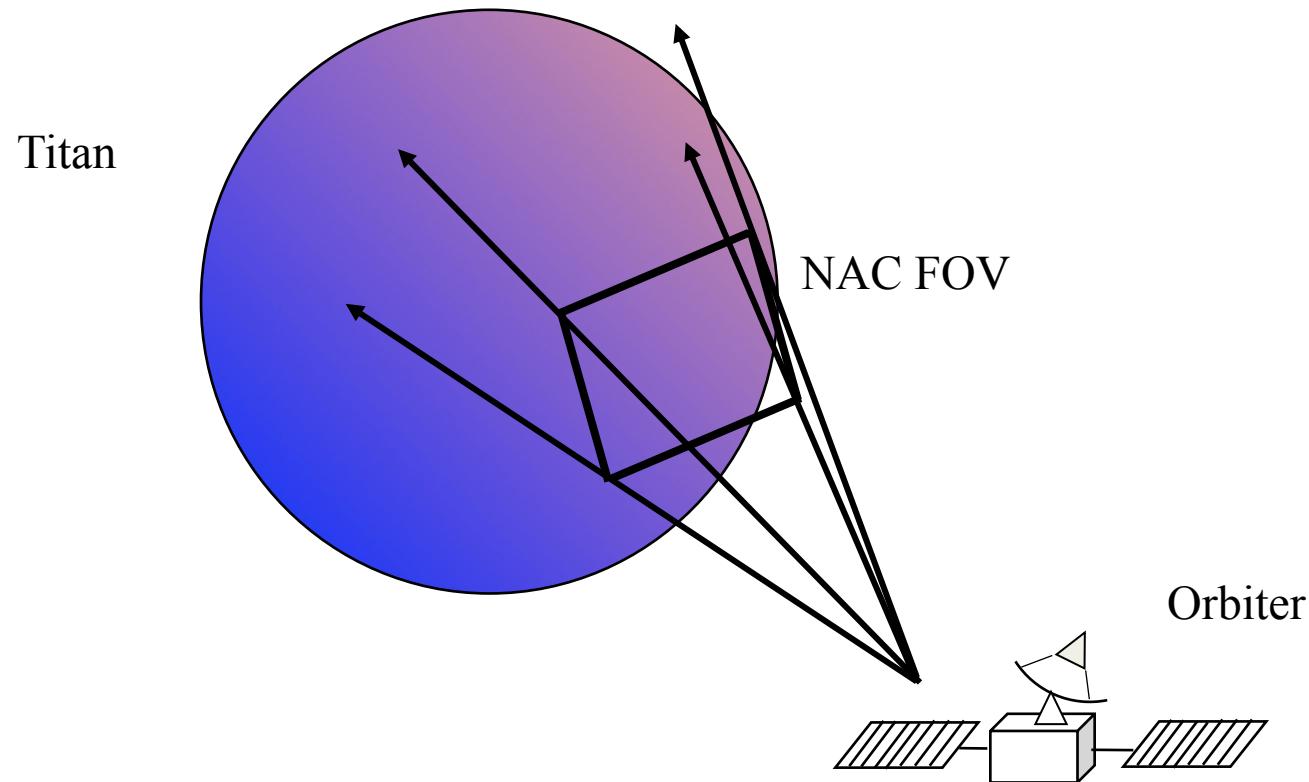
Найти временной интервал, когда Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) в 500 км от ровера Opportunity.

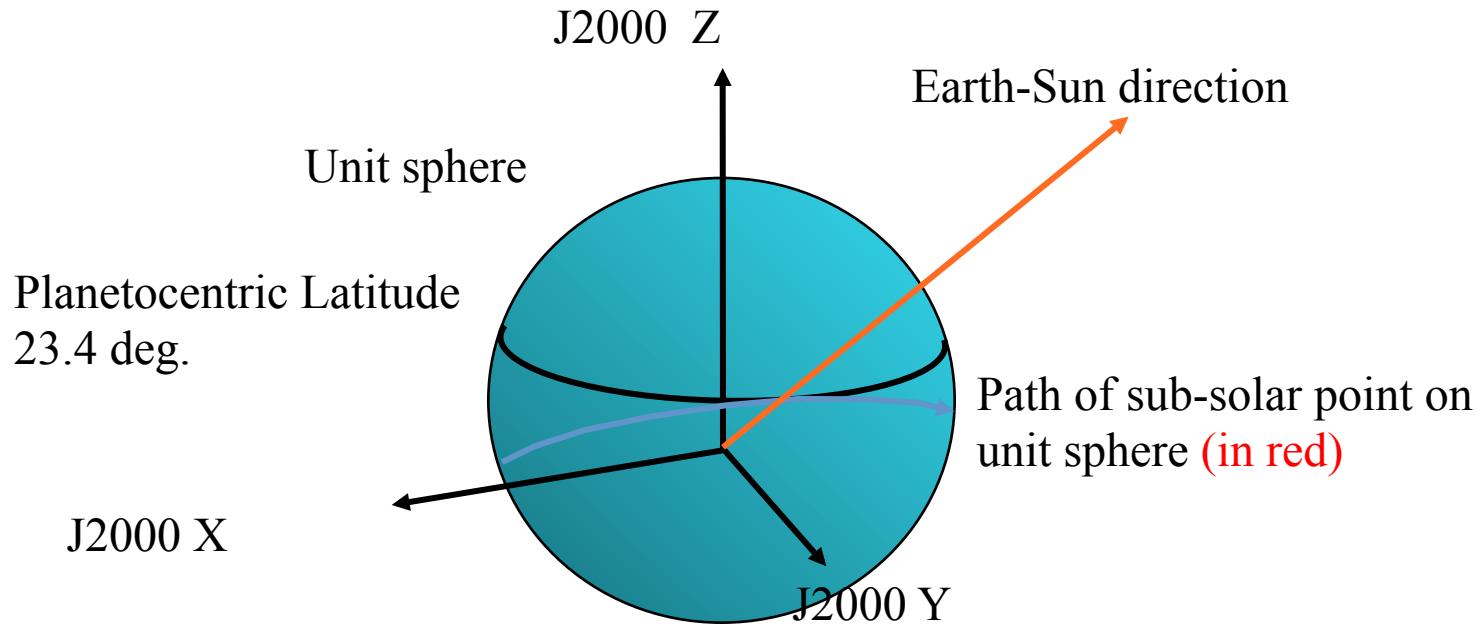




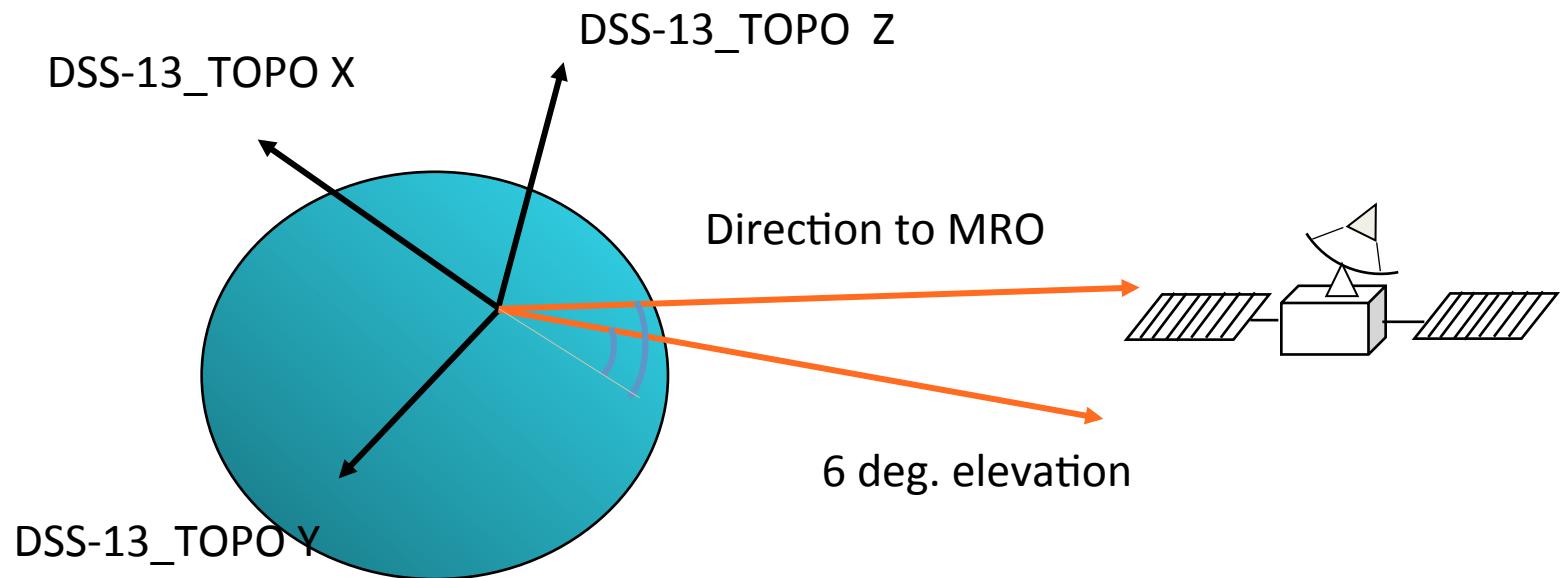
## FOV







# Целеуказания



# Работа с окнами

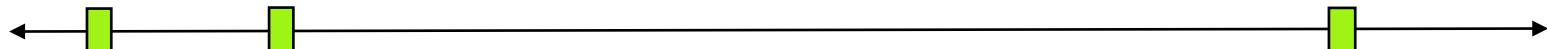
## Видимость MRO с DSS-14.



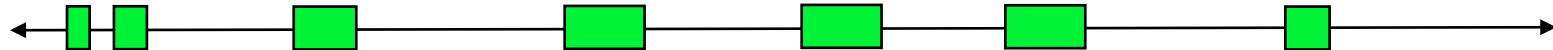
Окно поиска



Результат поиска, второе окно

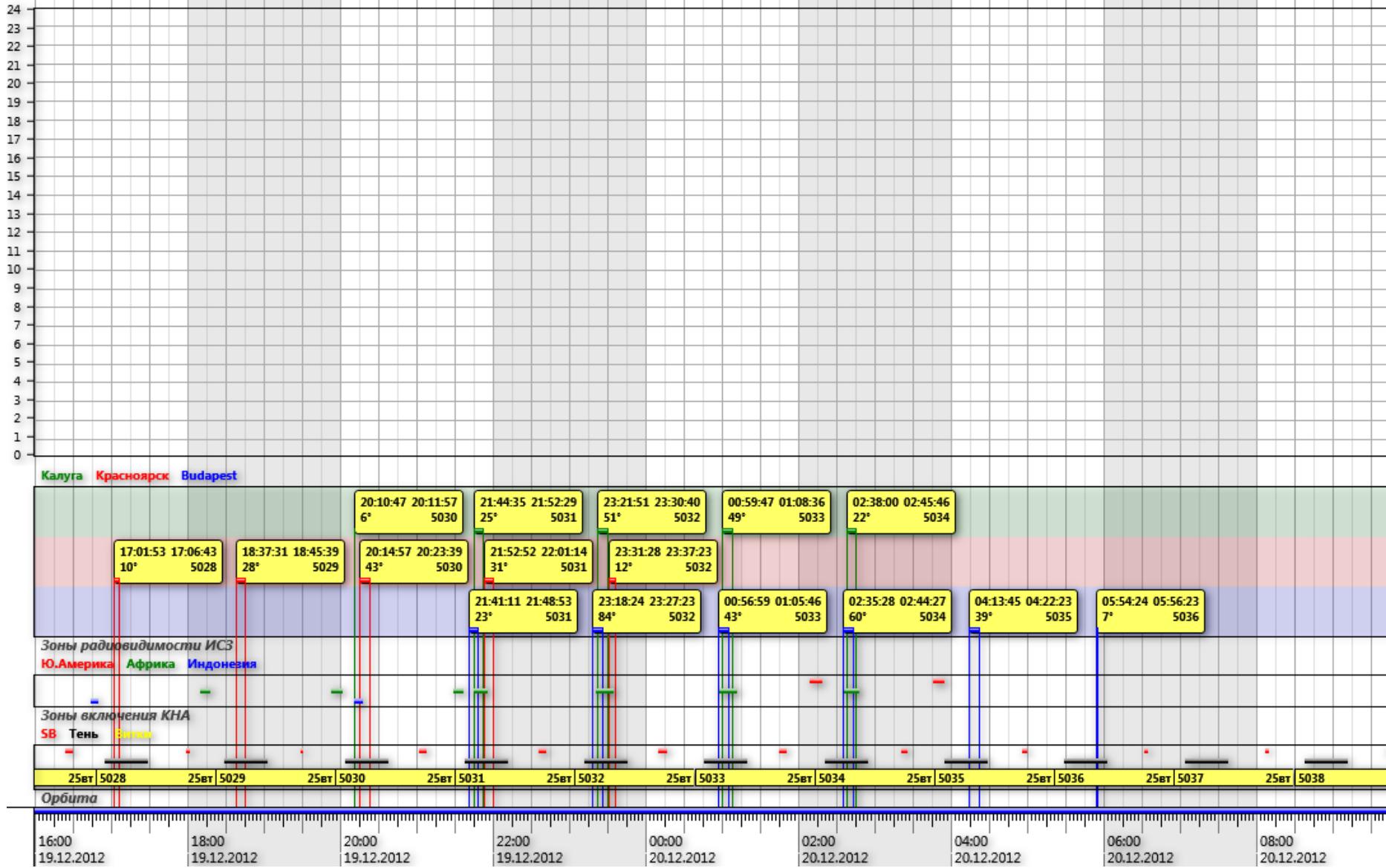


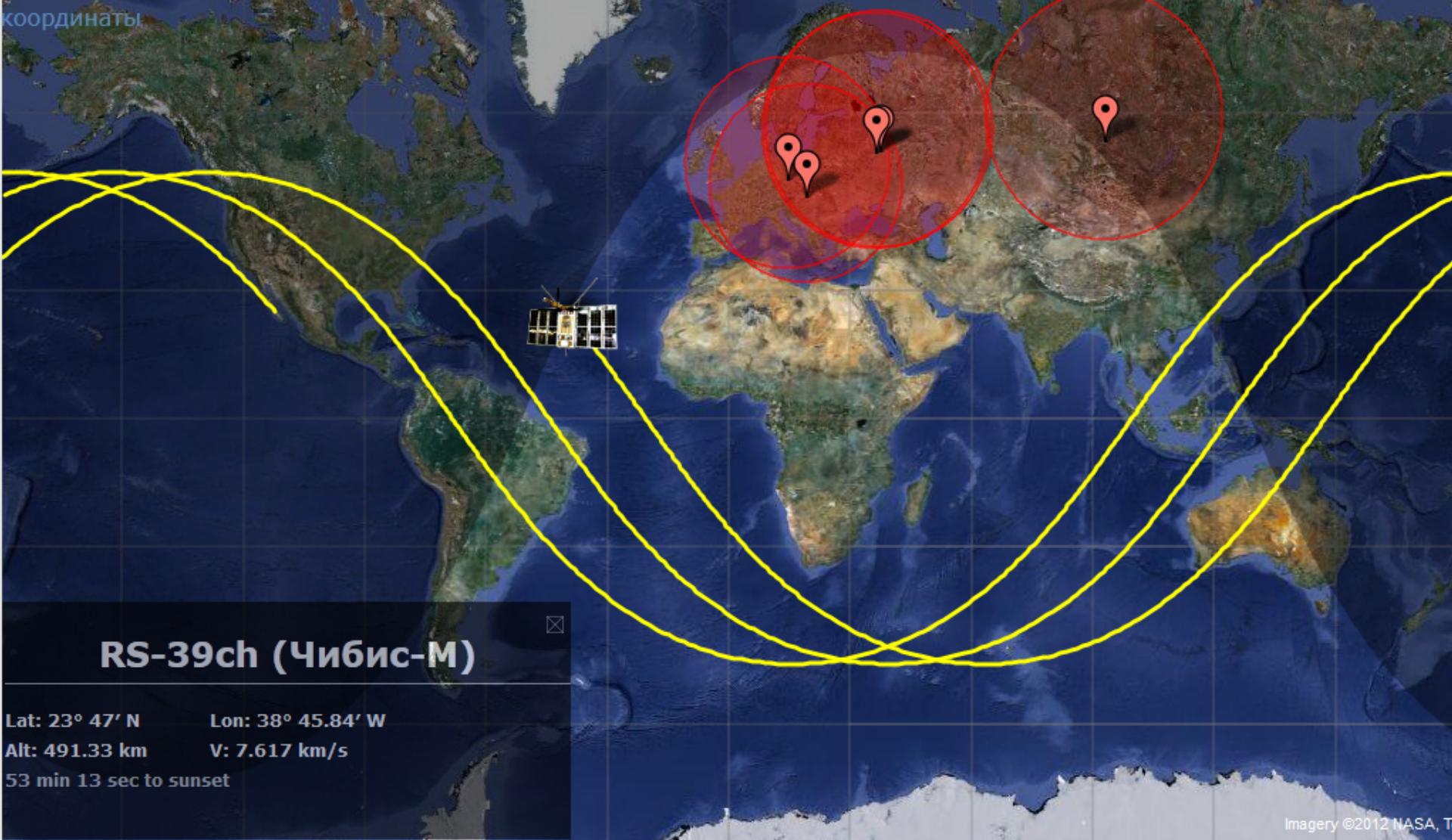
Результат поиска затмений



Результат вычитания окон: окно видимости

# План работы КА «Чибис»





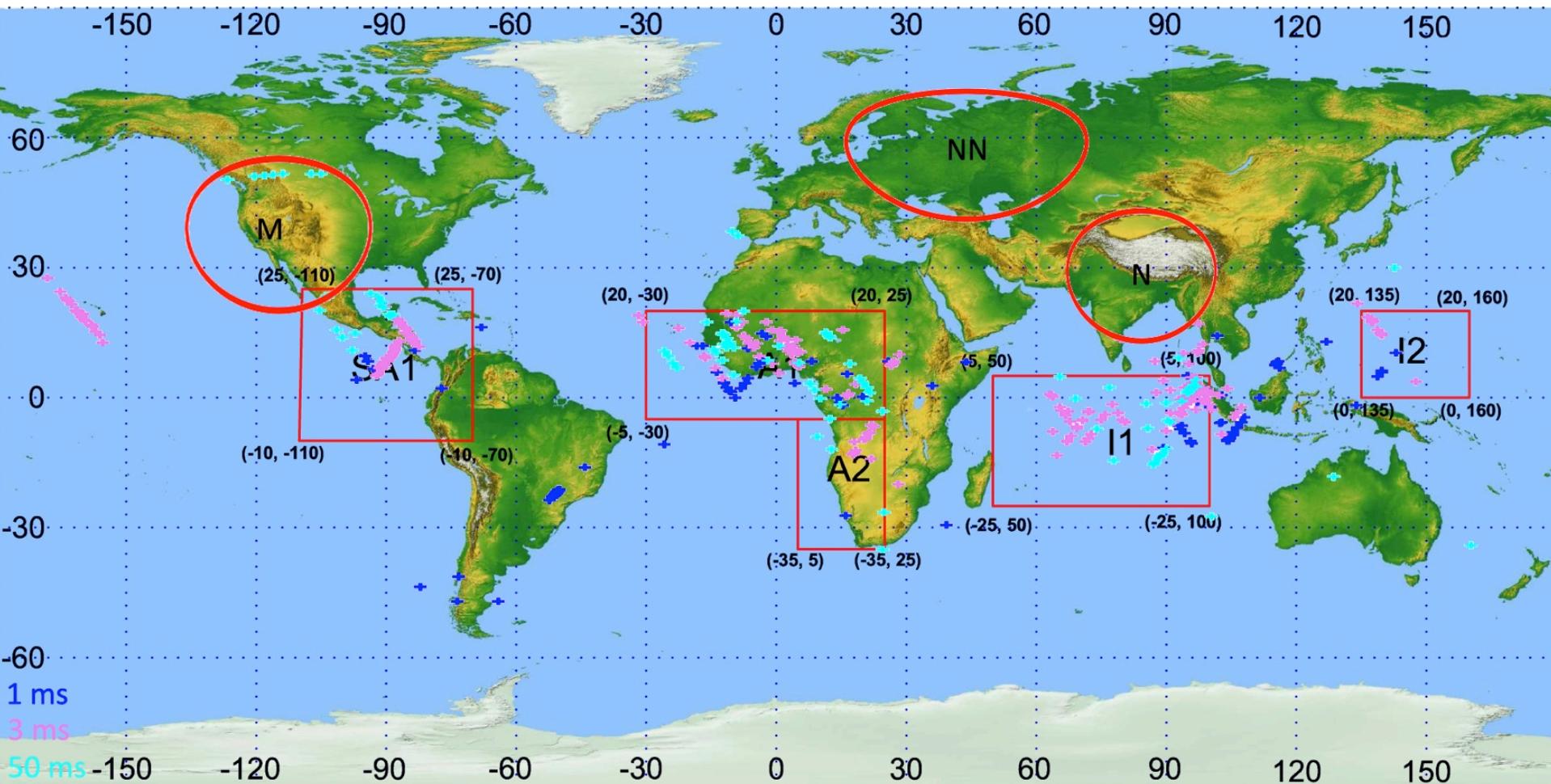
На дату: 2012-12-19

Текущая дата

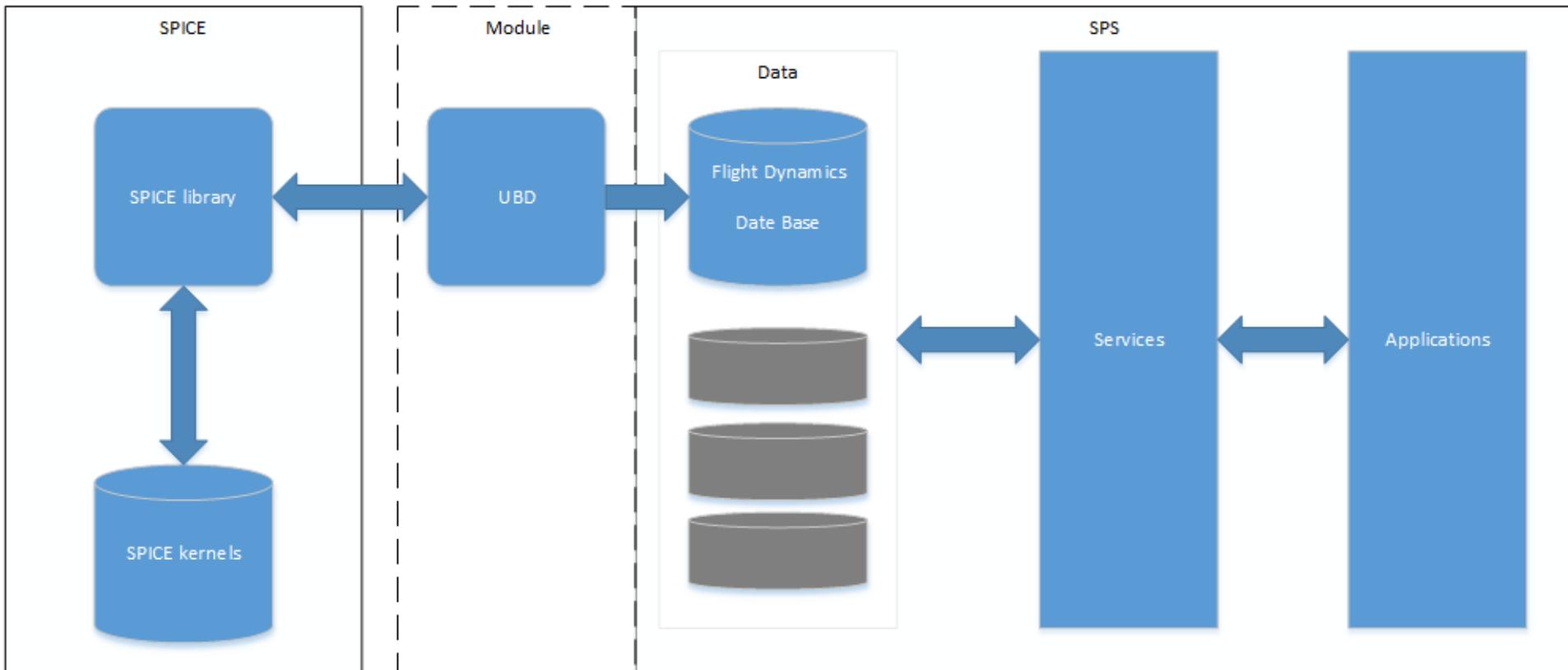


Виток	Нач. витка, (UTC+03:00) ДМВ	Тени			Зоны, длит. > 5 мин., местное время 15:00-24:00			
		Начало, (UTC+03:00) ДМВ	Конец, (UTC+03:00) ДМВ	Длительность, чч:мм:сс.	Все зоны	Начало, (UTC+03:00) ДМВ	Конец, (UTC+03:00) ДМВ	Длт., мин.
5018	2012-12-19 01:05:54				AFRICA	2012-12-19 01:25:52	2012-12-19 01:39:27	14
		2012-12-19 01:12:11	2012-12-19 01:46:32	00:34:21	S_AMERICA	2012-12-19 02:36:46	2012-12-19 02:47:12	
5019	2012-12-19 02:40:05	2012-12-19 02:46:28	2012-12-19 03:20:49	00:34:21	S_AMERICA	2012-12-19 04:14:12	2012-12-19 04:22:43	9
5020	2012-12-19 04:14:16	2012-12-19 04:20:45	2012-12-19 04:55:07	00:34:21	Нет			
5021	2012-12-19 05:48:27	2012-12-19 05:55:03	2012-12-19 06:29:24	00:34:21	Нет			
5022	2012-12-19 07:22:37	2012-12-19 07:29:20	2012-12-19 08:03:41	00:34:21	Нет			
5023	2012-12-19 08:56:48	2012-12-19 09:03:37	2012-12-19 09:37:58	00:34:21	Нет			
5024	2012-12-19 10:30:59	2012-12-19 10:37:54	2012-12-19 11:12:15	00:34:21	Нет			
5025	2012-12-19 12:05:10	2012-12-19 12:12:11	2012-12-19 12:46:33	00:34:21	INDONESIA	2012-12-19 13:30:53	2012-12-19 13:36:17	5
5026	2012-12-19 13:39:21	2012-12-19 13:46:28	2012-12-19 14:20:50	00:34:21	INDONESIA	2012-12-19 15:05:04	2012-12-19 15:15:11	10

## Карта поиска молний

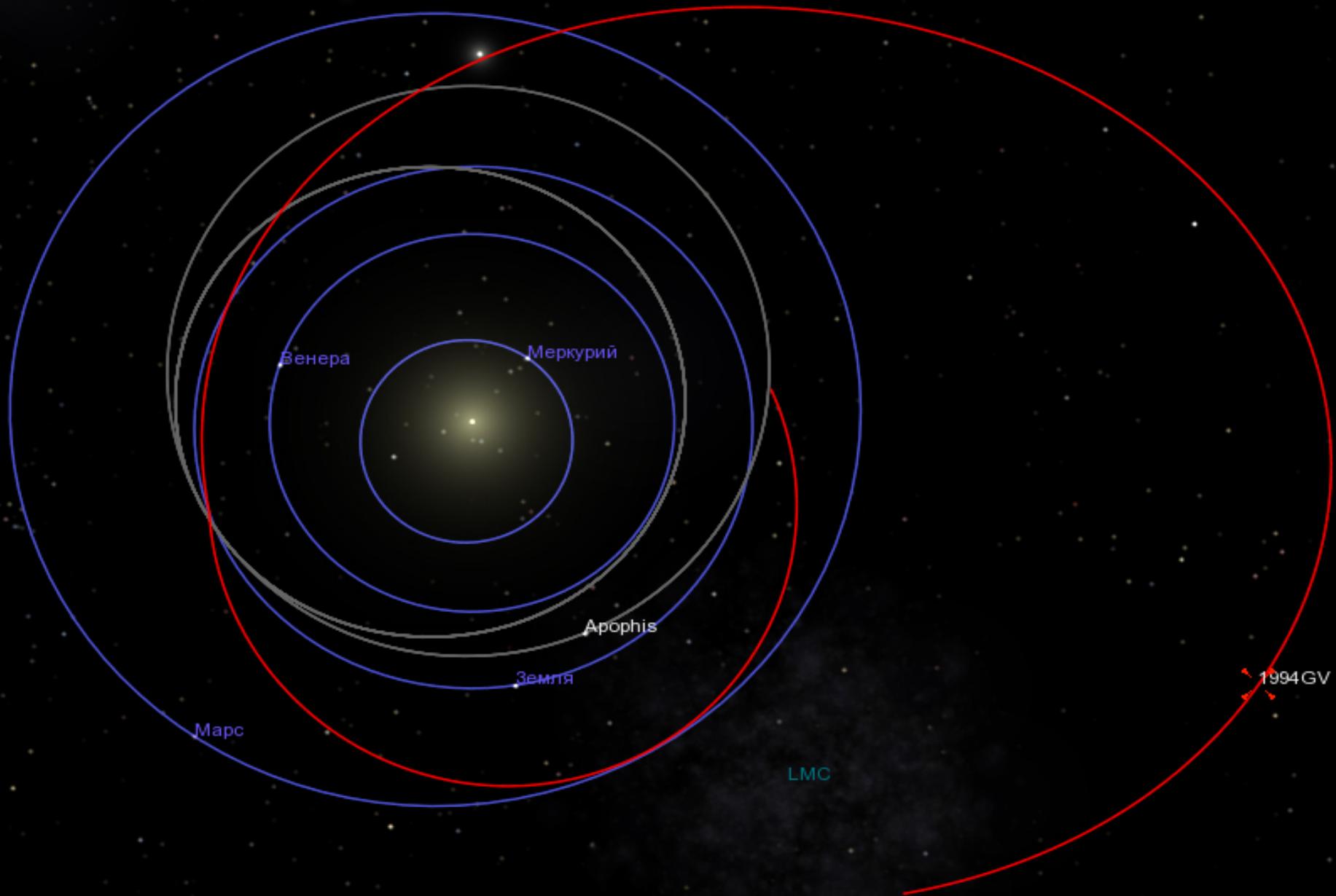


# Система планирования



# Базовая концепция





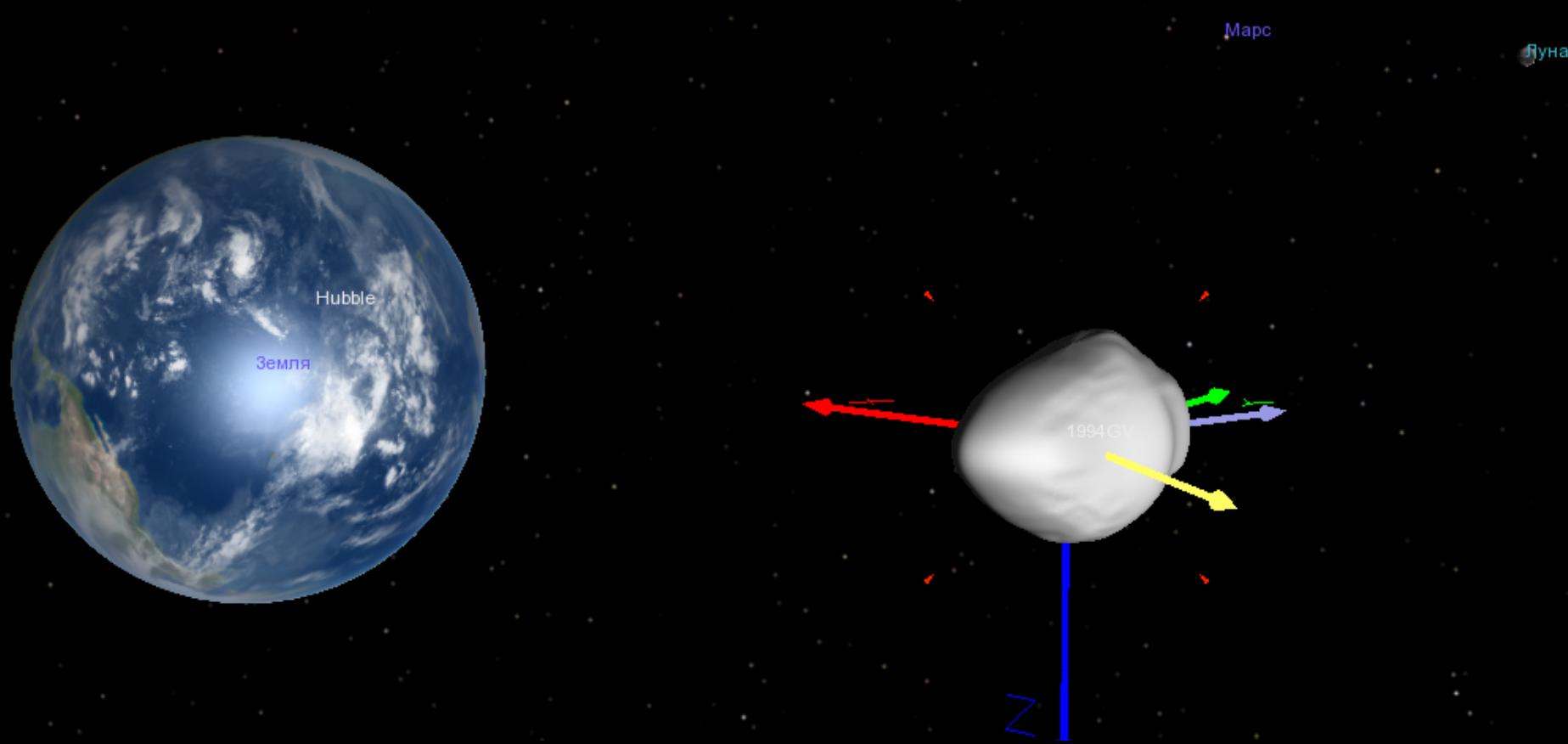
# 1994GV

Расстояние: 6188,8 km

Радиус: 500,00 km

Видимый диаметр: 8° 34' 26,3"

Фазовый угол: 28,0°



# Составляющие системы SPICE

Файлы данных.....



Программное обеспечение.....



Документация.....



Уроки.....



Примеры программирования .....



Учебные классы .....



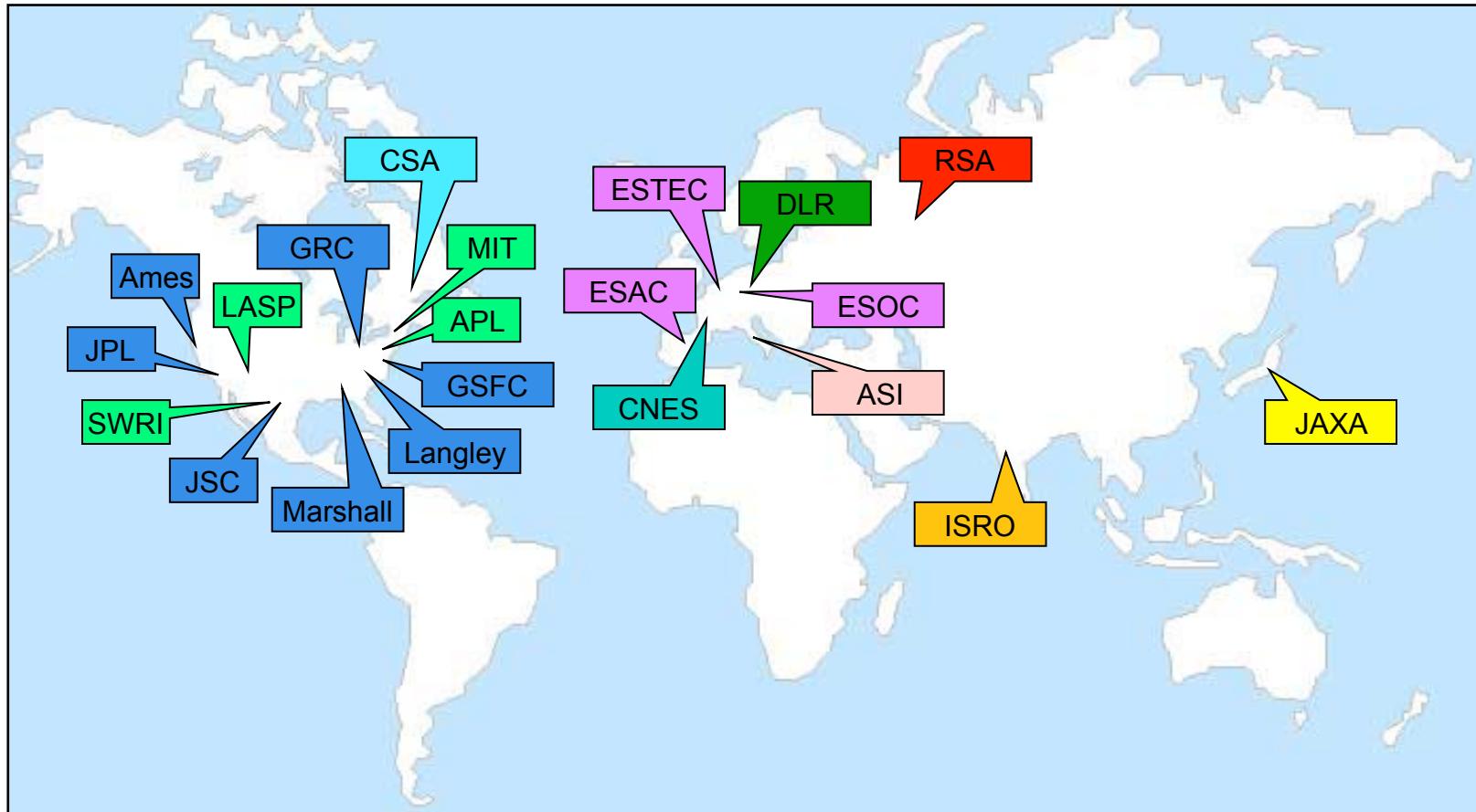
Консультации ..... 49 .....

## Кто может использовать SPICE?

---

- Любой ... во всем мире!
  - Нет стоимости
  - Нет лицензии
  - Нет ограничений (даже для коммерческих структур)
  - Открытые исходные коды
  - Предоставляется документация, ориентированная на широкого пользователя
  - Бесплатные учебные классы проводятся ежегодно в США
    - Иногда и в других местах

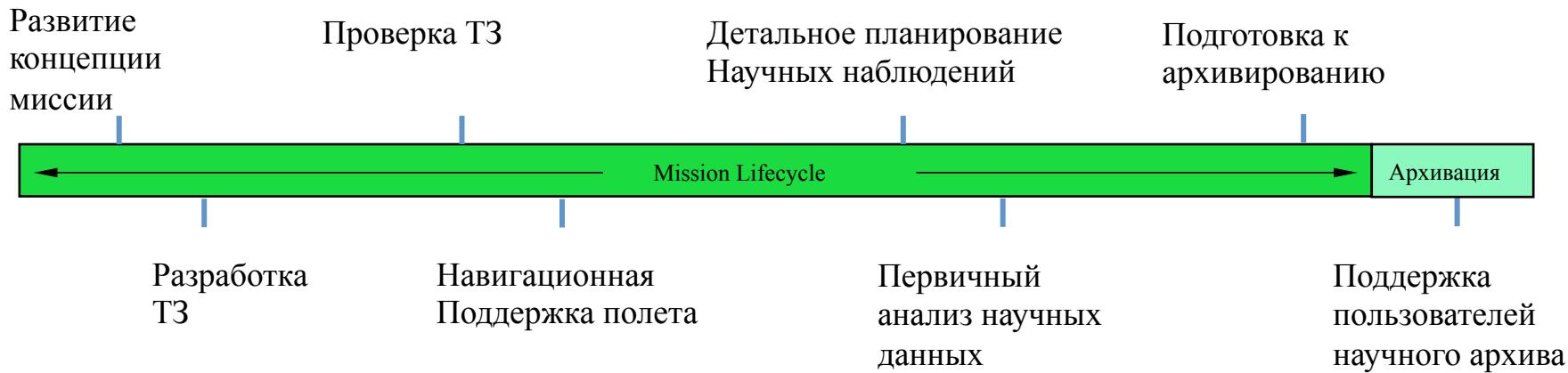
# Космические агентства, использующие SPICE



- 51
- NASA Field Centers
  - U.S. Institutions
  - Canadian Space Agency
  - European Space Agency
  - French Space Agency
  - German Space Agency
  - Italian Space Agency
  - Indian Space Research Organization
  - Japan Aerospace Exploration Agency
  - Russian Federal Space Agency

## Широта использования

- В центре системы SPICE находятся вспомогательные данные и связанное с ними программное обеспечение, необходимое для ученых:
  - для анализа научных данных
  - подготовка научного архива
- Сфера использования SPICE покрывает полный жизненный цикл миссии, а также используется после завершения программы полета.



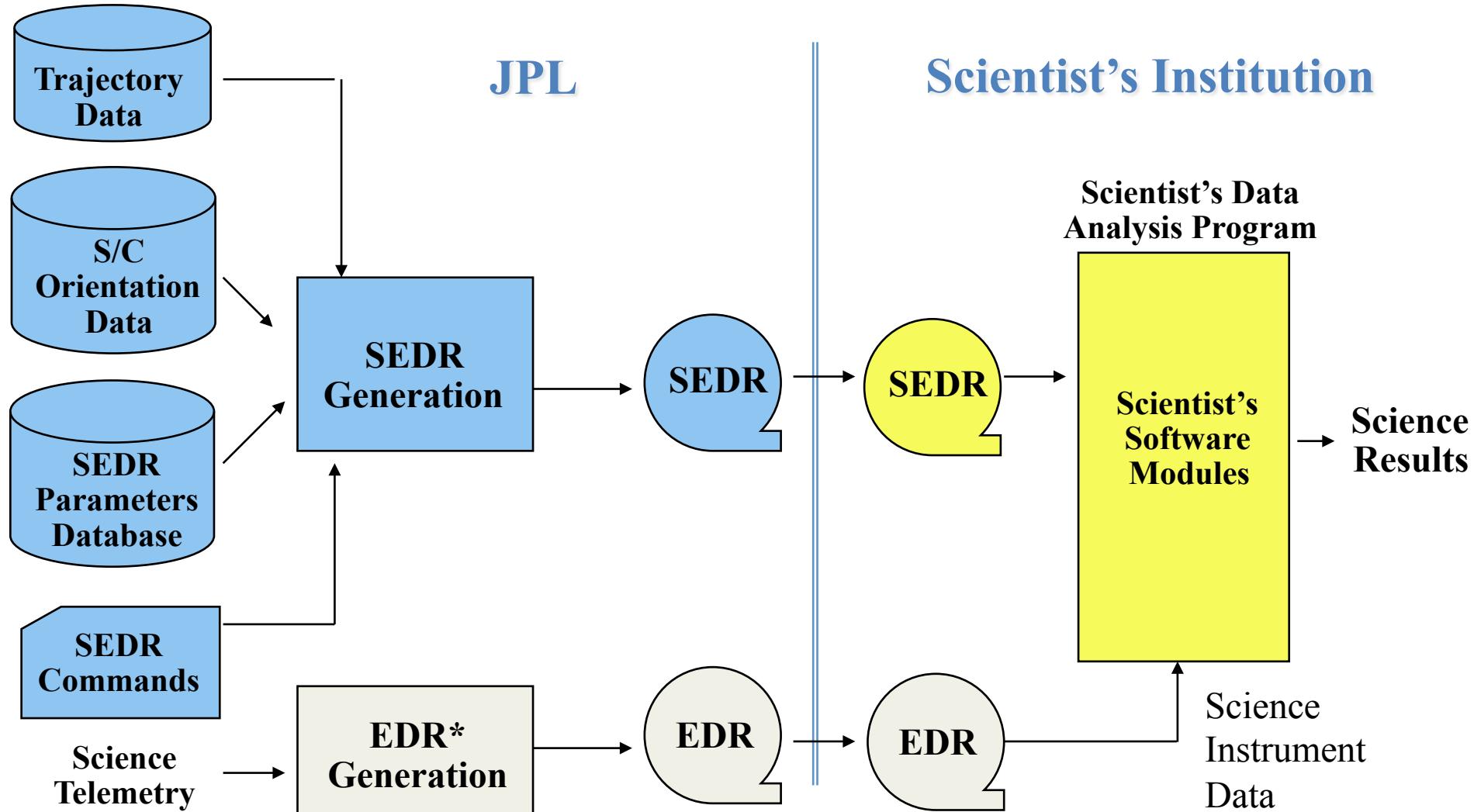
## Основные пользователи SPICE

---

- SPICE используется во всех проектах NASA, связанных с исследованием планет (все марсианские миссии, а также **Cassini**, **Deep Impact**, **Messenger**, **Juno**, **OSIRIS-Rex** и др.);
- SPICE используется для поддержки некоторых астрофизических миссий (**Hubble Telescope**, **Spitzer Telescope**, **IBEX**, **WISE**, **Kepler**);
- SPICE используется не только в миссиях NASA, но и в проектах других стран и организаций (Russia's Mars 96; ESA's Huygens Probe, Smart-1, **Mars Express**, **Venus Express**, **Rosetta**; Japan's Hayabusa and SELENE; India's Chandrayaan-1, Фобос-Грунт);
- эфемериды SPICE используют многие наземные обсерватории;
- SPICE используется NASA для наведения DSN антенн;
- SPICE будет использоваться в будущих российских и международных миссиях с российским участием (**ExoMars**, **Спектр-РГ**, **Спектр-М**, лунные проекты, **Чибис-М2**).

# Как было до SPICE ?

## “SEDR” - Supplemental Experiment Data Record



\* EDR = Experiment Data Record = "raw" science instrument data

# Как стало со SPICE

Центр управления  
любой миссией



Научные институты

Программа анализа данных

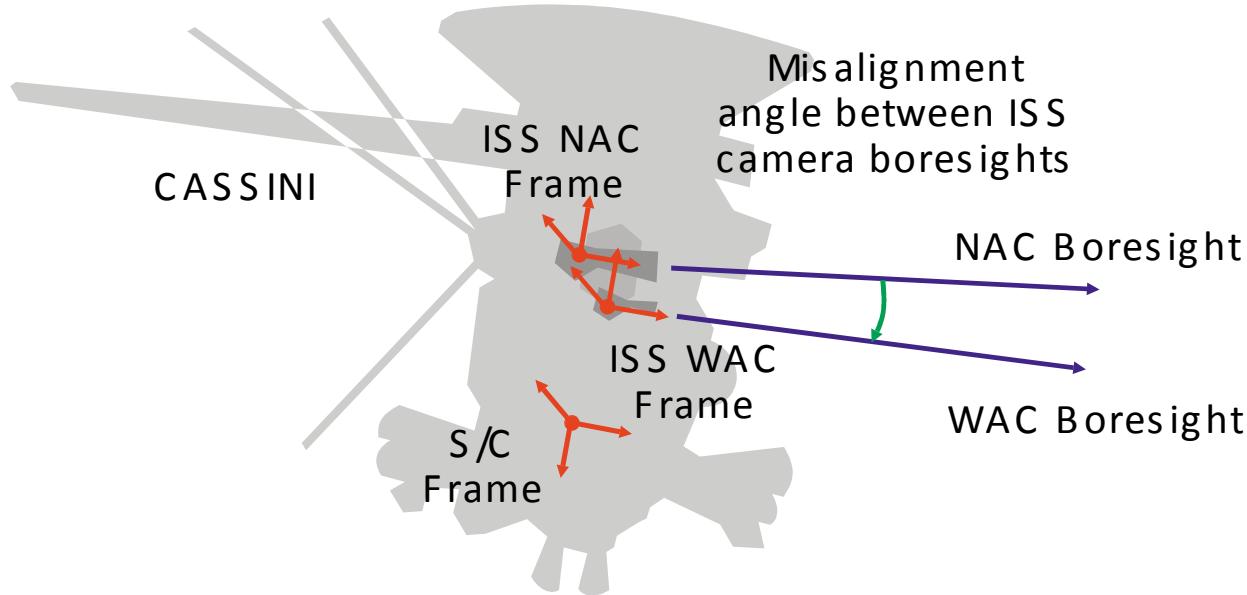


Научный  
результат

Научная  
телеметрия

**Как это работает ?**

# УГОЛ МЕЖДУ ОСЯМИ КАМЕР



Required Kernels:

- Generic LSK
- Mission FK
- Camera IK(s)

ISS = Imaging Science System

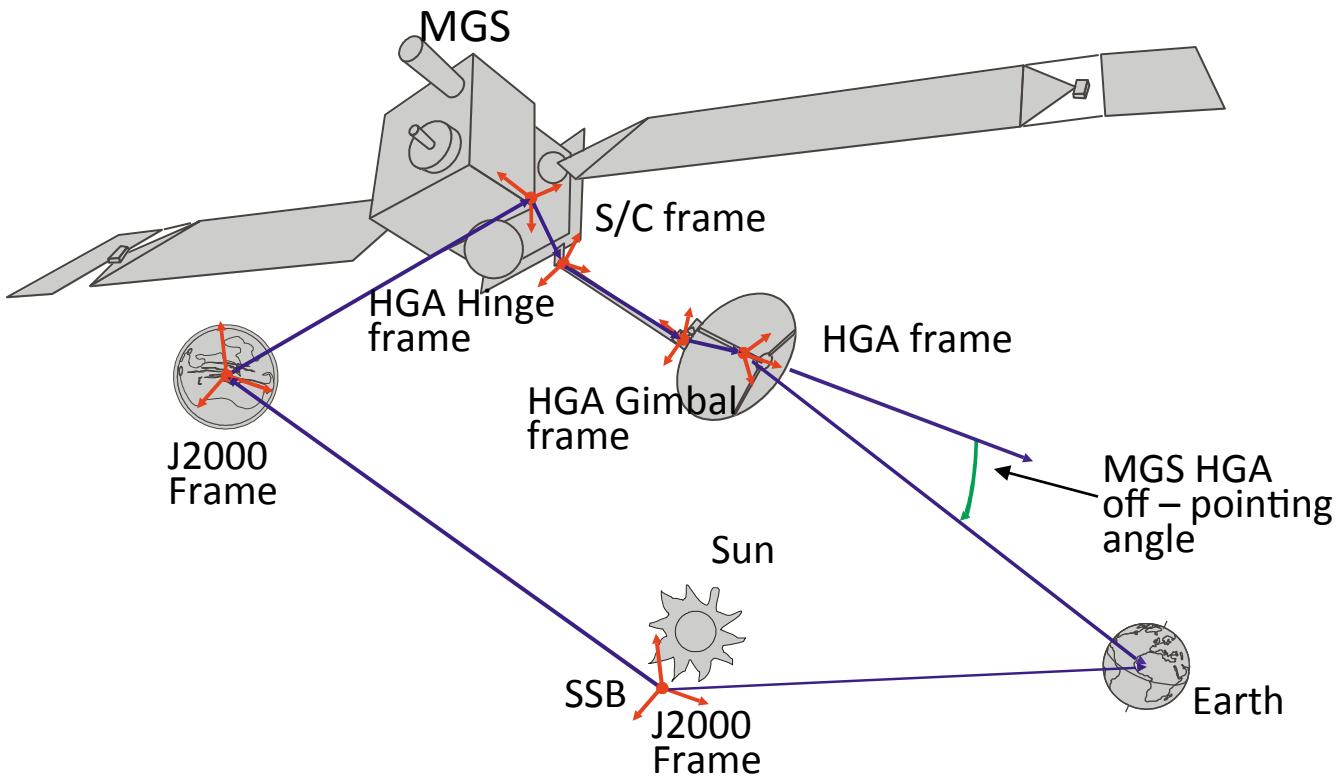
Compute the angular separation between the ISS Narrow Angle Camera and Wide Angle Camera boresights:

```
CALL PXFORM( 'CASSINI_ISS_NAC', 'CASSINI_ISS_WAC', ET, MAT )
```

```
CALL MXV ( MAT, NAC_BORESIGHT_nac, NAC_BORESIGHT_wac )
```

```
ANGLE = VSEP( NAC_BORESIGHT_wac , WAC_BORESIGHT_wac )
```

# Манипулятор



Required Kernels:

- Generic LSK
- Mission FK
- Spacecraft SCLK
- HGA IK
- Structure Locations SPK
- Planetary Ephemeris SPK
- Spacecraft SPK
- Spacecraft CK
- HGA CK

HGA = High Gain Antenna

Compute the angle between the direction to Earth and the MGS HGA boresight:

```
CALL SPKEZR( 'EARTH', ET, 'MGS_HGA', 'LT+S', 'MGS', EARTH_STATE, LT )
ANGLE = VSEP( HGA_BORESIGHT, EARTH_STATE )
```

	<a href="#">AAREADME</a>	16-Sep-2001 11:09 2.
	<a href="#">AA_README_EXPORT</a>	11-Jul-2006 11:42 3
	<a href="#">APOLLO/</a>	30-Jul-2001 15:49
	<a href="#">CASSINI/</a>	16-Jan-2003 15:54
	<a href="#">CLEMENTINE/</a>	25-Mar-2000 08:23
	<a href="#">CONTOUR/</a>	11-Jan-2002 11:07
	<a href="#">DAWN/</a>	13-Oct-2003 10:38
	<a href="#">DEEPEMPACT/</a>	19-Jun-2008 09:31
	<a href="#">DS1/</a>	02-Mar-2007 10:41
	<a href="#">FIDO/</a>	28-May-2002 07:53
	<a href="#">GIOTTO/</a>	11-Nov-2011 10:05
	<a href="#">GLL/</a>	21-Mar-2003 11:38
	<a href="#">GNS/</a>	14-Jul-2000 07:31
	<a href="#">GRAIL/</a>	05-May-2010 09:50
	<a href="#">HAYABUSA/</a>	07-Oct-2009 07:28
	<a href="#">HELIOS/</a>	20-Jun-2011 08:08
	<a href="#">HST/</a>	14-Sep-2001 10:39
	<a href="#">INSIGHT/</a>	20-Nov-2013 17:17
	<a href="#">IUE/</a>	14-Sep-2001 10:34
	<a href="#">JUNO/</a>	29-Aug-2008 11:21
	<a href="#">LADEE/</a>	10-Oct-2013 10:14
	<a href="#">LPM/</a>	16-Jul-2002 16:14
	<a href="#">LRO/</a>	16-Aug-2010 17:08
	<a href="#">LUNARORBITER/</a>	25-Sep-2007 13:07
	<a href="#">M01/</a>	29-May-1999 14:57
	<a href="#">M2/</a>	17-Oct-2012 12:25
	<a href="#">M9/</a>	23-Sep-1999 13:01
	<a href="#">M10/</a>	21-Jan-2004 15:37
	<a href="#">MAVEN/</a>	24-Apr-2013 10:13
	<a href="#">MCO/</a>	26-Sep-1998 08:34

<a href="#">naif.jpl.nasa.gov/pub/naif/MAVEN/kernels/</a>			
	<a href="#">Name</a>	<a href="#">Last modified</a>	<a href="#">Size Description</a>
	<a href="#">Parent Directory</a>		-
	<a href="#">aareadme.txt</a>	27-Jul-2010 16:04	216
	<a href="#">ck/</a>	01-Dec-2013 10:24	-
	<a href="#">ek/</a>	27-Jul-2010 15:45	-
	<a href="#">fk/</a>	03-Sep-2013 13:16	-
	<a href="#">ik/</a>	27-Jul-2010 15:45	-
	<a href="#">lsk/</a>	06-Jan-2012 12:50	-
	<a href="#">pck/</a>	27-Jul-2010 15:45	-
	<a href="#">sc lk/</a>	31-May-2012 08:04	-
	<a href="#">spk/</a>	05-Dec-2013 11:11	-

Пример сайт

# Данные SPICE в проекте «Фобос - Грунт»

## Организации

## Физические файлы

## **SPICE сервер**

ИПМ им. Келдыша



SPK



JPL



PcK, LSK



ИКИ РАН



IK, FK



НПО им. Лавочкина



CK, SCLK



<http://spice.ikiweb.ru>

# Данные SPICE в проекте ExoMars

## Организации

## Физические файлы

## ESA / IKI SPICE сервер

ESAC



SPK



JPL



PcK, LSK



ИКИ РАН / ESAC



IK, FK



ESAC



CK, SCLK



# Данные SPICE в проекте СРГ

## Организации

## Физические файлы

## **IKI SPICE сервер**

ИКИ РАН / ИПМ



SPK



JPL



PcK, LSK



ИКИ РАН



IK, FK



НПО им. Лавочкина/  
ИКИ РАН



CK, SCLK



## Характеристики системы SPICE - 1

---

- Портативные ядра данных системы SPICE
- Портативное ПО (NAIF Toolkit)
- Коды многократно тестируются, прежде чем предлагаются пользователю
- Новое программное обеспечение всегда совместимо со старым
- Представляется обширная документация

## Характеристики системы SPICE - 2

---

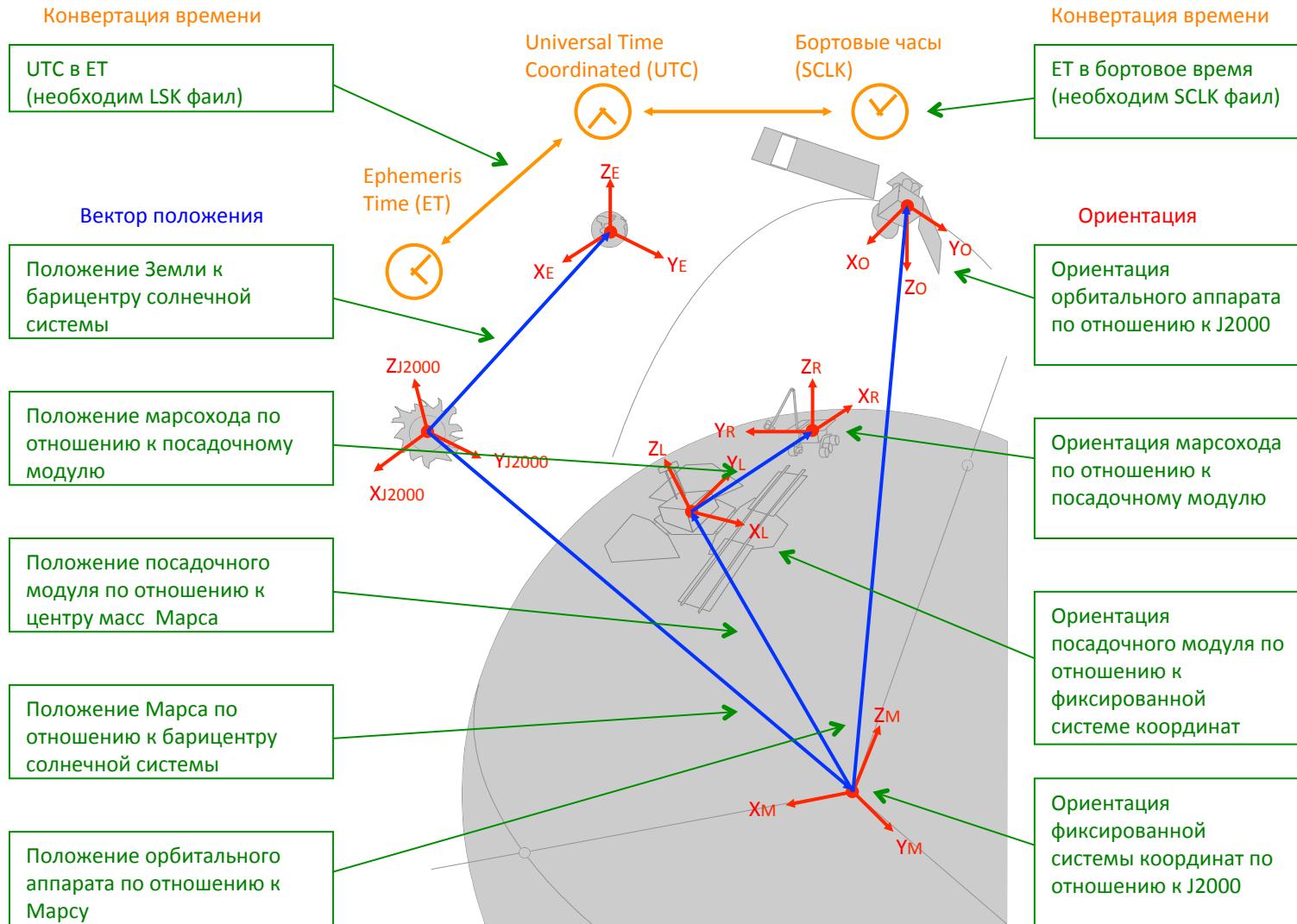
- Все числовые вычисления делаются с двойной точностью
- Система включает в себя встроенную обработку ошибок
- Дает Вам доступ к эфемеридам JPL для космических аппаратов и природных объектов (планет, спутников, комет, астероидов)
- Ядра (файлы данных) разделимы
  - используйте только те, которые нужны для конкретной задачи
- Ядра (файлы данных) могут быть расширены
  - Новые типы данных могут быть добавлены в семейство
  - Новые виды ядер могут быть разработаны, если нужно
- Широкое применение
  - Мульти миссии и многопрофильные
    - Можно использовать снова и снова, не важно над какой миссией вы работаете

# Какие типы транспортных средств поддерживаются в SPICE?

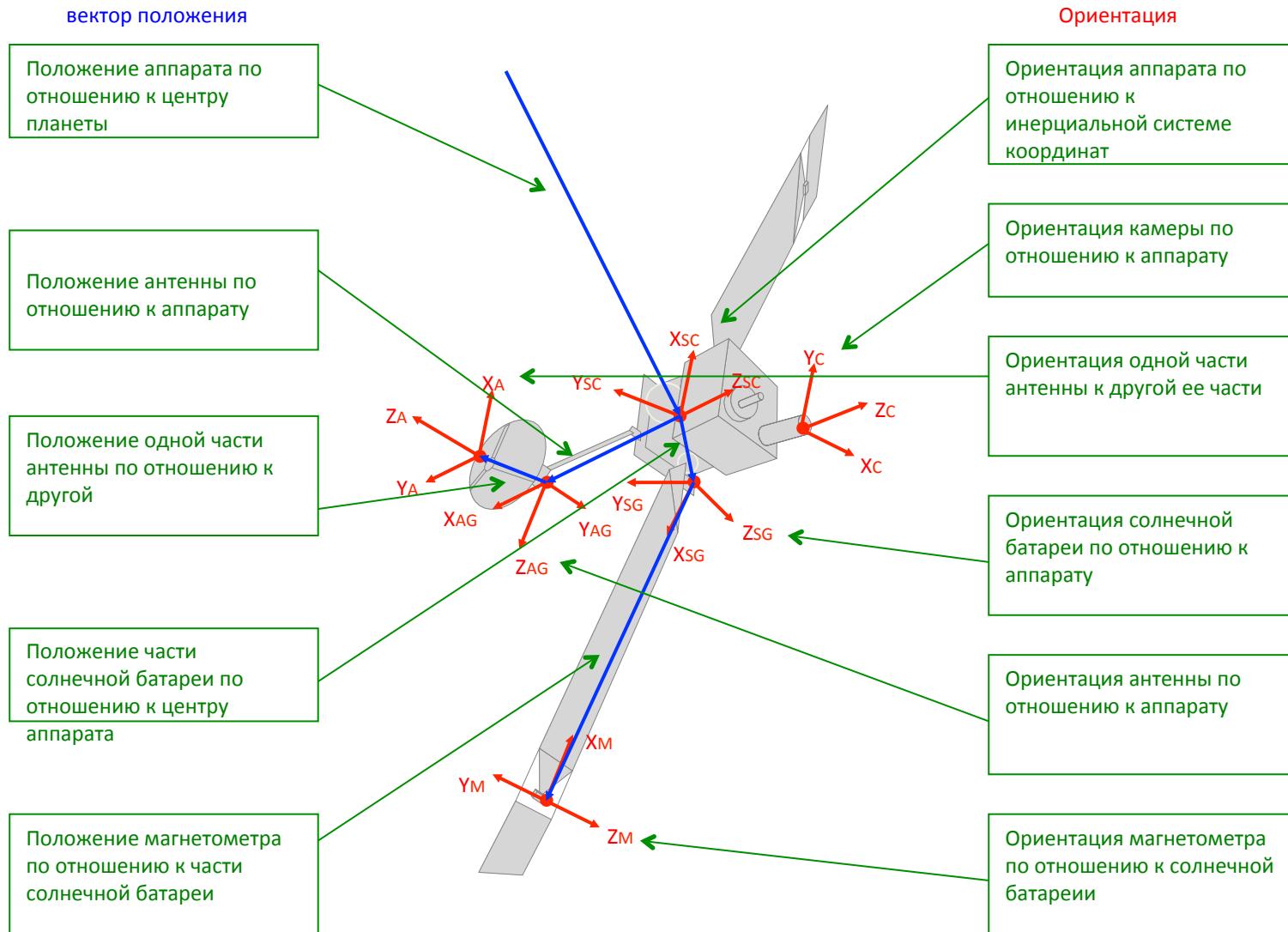
---

- **Перелетный модуль**
  - Дистанционное зондирование
  - Измерения по «месту»
  - калибровка прибора
- **Орбитальный аппарат**
  - Дистанционное зондирование
  - Измерения по «месту»
  - ретрансляция
- **Посадочный модуль**
  - Дистанционное зондирование
  - Измерения по «месту»
  - Планетоход
- **Планетоход**
  - Дистанционное зондирование
  - В месте зондирования
  - Местные ландшафтные характеристики
- **Наземное применение**
  - Эфемериды для наблюдателей
  - Необходимость станций наблюдения

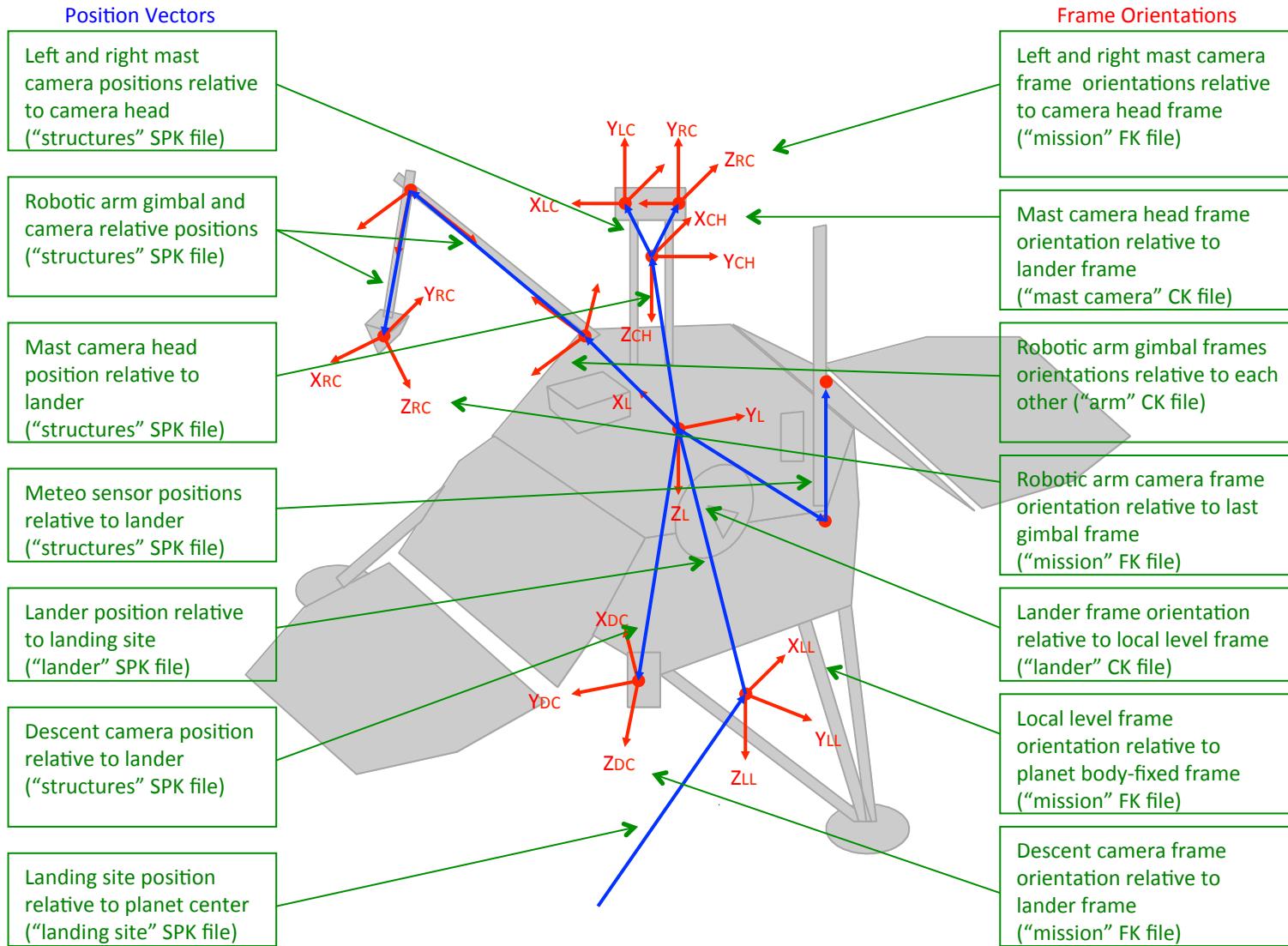
# Глобальная геометрия SPICE



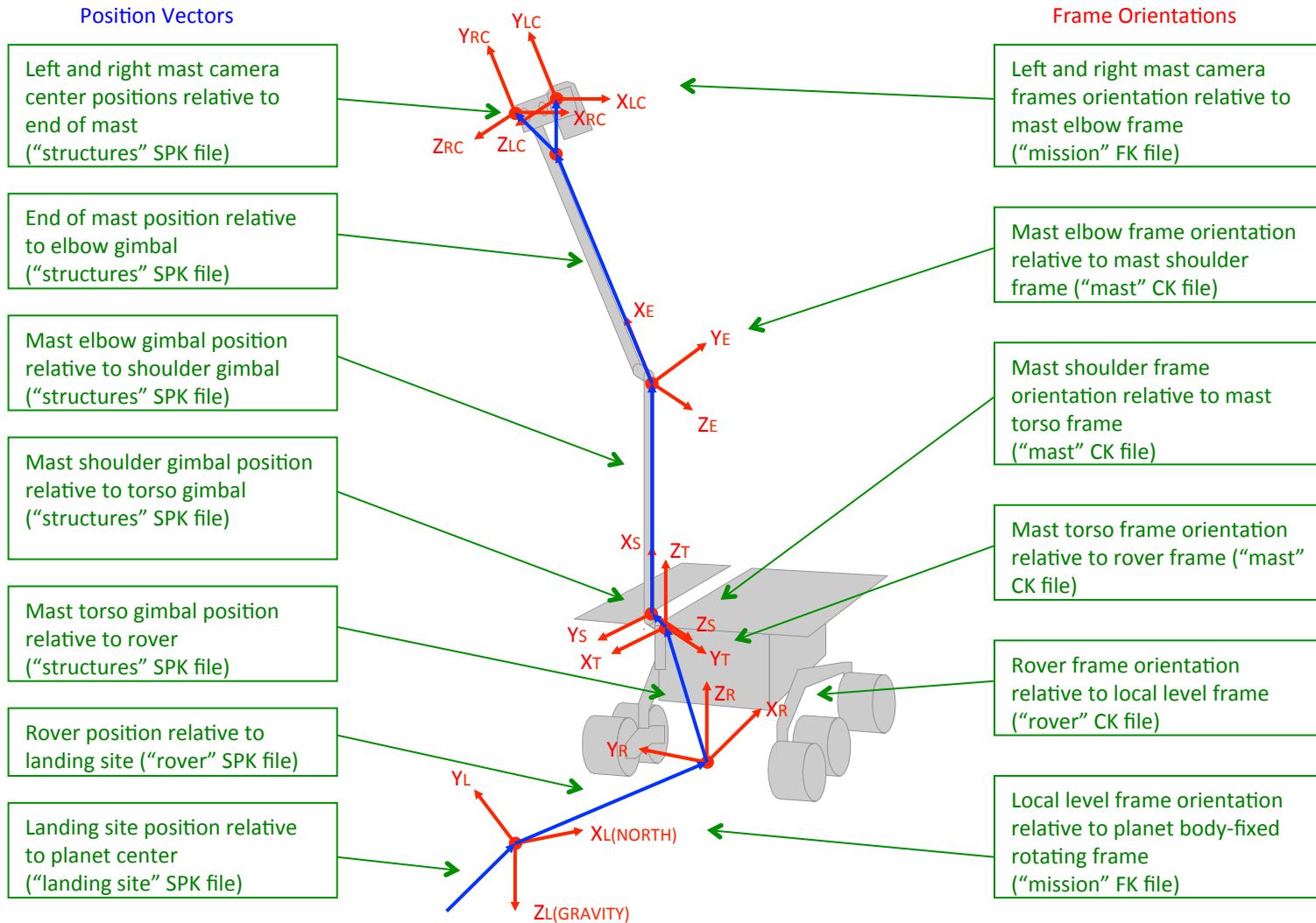
# Геометрия орбитального аппарата



# Геометрия посадочного аппарата



# Геометрия планетохода



# Миссии использующие SPICE

Data Restorations	Past Users	Current Users	Anticipated
Apollo 15, 16 [L]	Magellan [L]	Cassini Orbiter	LADEE
Mariner 9 [L]	Clementine (NRL)	Mars Odyssey	NASA Discovery Program
Mariner 10 [L]	Mars Observer [F]	Mars Exploration Rover	NASA New Frontiers Program
Viking Orbiters [L]	Mars 96 [F] (RSA)	Mars Reconnaissance Orbiter	BepiColombo (ESA)
Viking Landers [L]	Mars Pathfinder	DAWN	Osiris-Rex
Pioneer 10/11/12 [L]	Mars Climate Orbiter [F]	Mars Science Lab	
Haley armada [L]	Mars Polar Lander [F]	Juno	<i>Examples of Possible Future Use ?</i>
Phobos 2 [L] (RSA)	NEAR	SMAP	Jupiter (NASA)
Ulysses [L]	Deep Space 1	MAVEN	Jupiter (ESA)
Voyagers [L]	Galileo	GRAIL	Akatsuki (JAXA)
Lunar Orbiter [L]	Genesis	Lunar Reconnaissance Orbiter	Luna-Resurs (ISRO/RSA)
Helios 1,2 [L]	Deep Impact	New Horizons	Luna-Glob (RSA)
	Huygens Probe (ESA)	Messenger	Solar Probe
	Stardust/NExT	Mars Express (ESA)	Solar Orbiter (ESA)
	Mars Global Surveyor	Venus Express (ESA)	
	Phoenix	Rosetta (ESA)	
	EPOXI		<i>Examples of Other SPICE Users</i>
	ISO [S] (ESA)		NASA Deep Space Network
	CONTOUR [F]		NASA AMMOS
	Space VLBI [L] (multinational)		STEREO
[L] = limited use	Smart-1 (ESA)		Spitzer Space Telescope
[S] = special services	Chandrayaan-1 (ISRO)		Kepler
[F] = mission failed	Hayabusa (JAXA)		Hubble Space Telescope [S]
	Kaguya (JAXA)	Planetary Data System	WISE
	Phobos Sample Return (RSA)	Planetary Science Archive (ESA)	IBEX

█ NAIFF has/had project-supplied funding to support mission operations, consultation for flight team members, and SPICE data archive preparation. NAIFF also has PDS funding to help scientists and students with using SPICE data that have been officially archived at the NAIFF Node of the PDS.

█ NAIFF has NASA funding to support ESA/RSA in SPICE deployment and review of a SPICE archive, and to consult with flight team SPICE users.

█ NAIFF has token funding to consult with kernel producers at APL. APL provides support to science teams.

█ NAIFF has/had modest PDS-supplied funding to consult on assembly of a SPICE archive.

█ NAIFF has PDS funding to help scientists and students with using SPICE data that have been officially archived at the NAIFF Node of the PDS.

█ User consultation is provided by ESA's Science Operations Department.

The logo for the Navigation and Ancillary Information Facility (NAIF) features the letters "NAIF" in a large, red, sans-serif font. The letters are partially obscured by three celestial bodies: Earth (blue), the Moon (brown), and Mars (red/orange). The background is a dark blue gradient.

# The Navigation and Ancillary Information Facility

[Home](#)

[Announcements](#)

[About SPICE](#)

[About NAIF](#)

[Data](#)

[Toolkit](#)

[Utilities](#)

[WebGeocalc](#)

[Documentation](#)

[Tutorials](#)

[Lessons](#)

[Support](#)

[Rules](#)

[Feedback](#)

[Getting Help](#)

[Site Map](#)

[Toolkit > C](#)

Toolkits are available in the C language for the platforms listed below.

[Mac/Intel, OSX, Apple C, 32bit](#)

[Mac/Intel, OSX, Apple C, 64bit](#)

[Mac/PowerPC, OSX, Apple C, 32bit](#)

[PC, CYGWIN, gCC, 32bit](#)

[PC, Linux, gCC, 32bit](#)

[PC, Linux, gCC, 64bit](#)

[PC, Windows, Microsoft Visual C, 32bit](#)

[PC, Windows, Microsoft Visual C, 64bit](#)

[Sun/Intel, Solaris, Sun C, 32bit](#)

[Sun/Intel, Solaris, Sun C, 64bit](#)

[Sun/SPARC, Solaris, gCC, 32bit](#)

[Sun/SPARC, Solaris, gCC, 64bit](#)

[Sun/SPARC, Solaris, Sun C, 32bit](#)

[Sun/SPARC, Solaris, Sun C, 64bit](#)

Пример сайта

PDS Nodes:

[Atmospheres](#)

[Geosciences](#)

[Imaging](#)

[NAIF](#)

[PPI](#)

[Rings](#)

[Small Bodies](#)

Clearance: CL#05-2438

Site Manager: Charles Acton

NASA Official: William Knopf

Webmaster: Ron Baalke

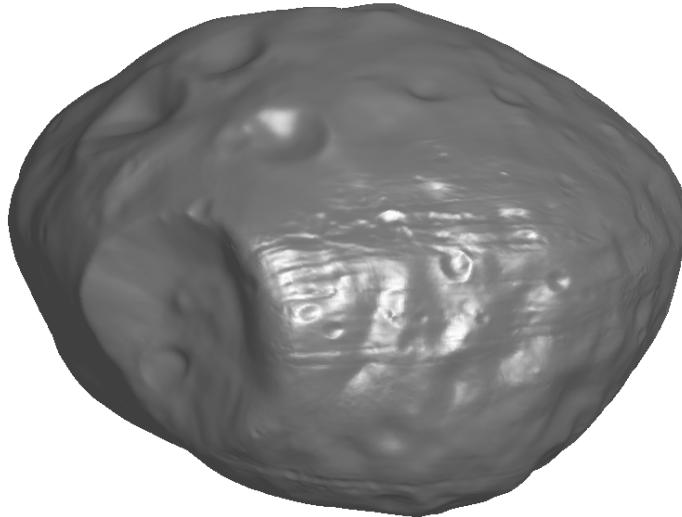
Last Updated: 06 Dec 2013



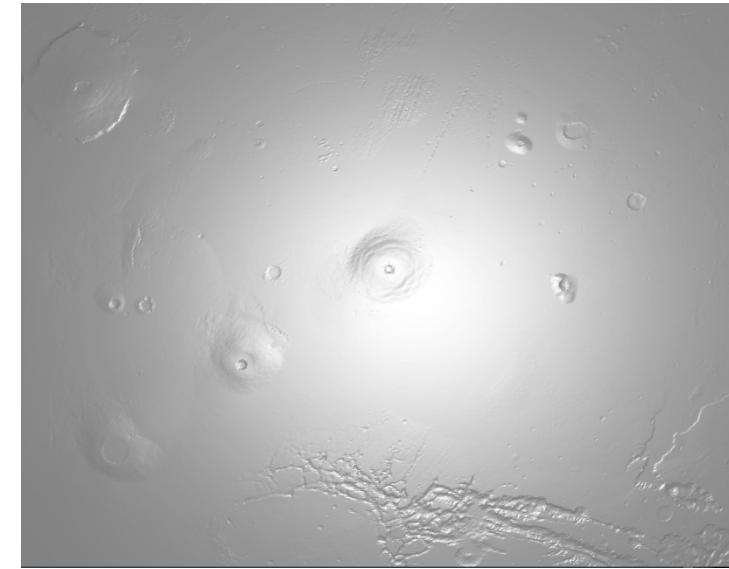
[+ NASA Privacy Statement, Disclaimer](#)



### Высокоточная модель поверхности



Мозаичная модель  
(Example shown is Phobos)



Цифровая модель рельефа  
(Example shown is from Mars MOLA)

# Новые возможности - 2

## Input Panel for State Vector Calculation

New Calculation

### State Vector

Calculate the position and velocity of a target body with respect to an observing body, as represented in the coordinate frame.

Select Mission: Manual

Target: PHOBOS  
Body or spacecraft name or code

Observer: MARS ODYSSEY  
Body or spacecraft name or code

Observer Time: Calendar date Jan 1 2010 UTC  
E.g. 1996-12-18T12:28:28 or other formats  
 Single  TimeRange  
Stop Time: Jan 2 2010  
Step: 10 Minutes

Light-Time Correction: None (Geometric)

State Representation: Cartesian X,Y,Z, Position and Velocity

Reference Frame: J2000

Plot Results:  Distance  Velocity  X  Y  Z  Vx  Vy  Vz

Web-based GUI  
interface to many  
SPICE  
computations

Пример WebGeocalc  
+ cosmographia

## Предложения ? Вопросы ?

- Какие дополнения в SPICE могут помочь Вам с Вашей работой?
- Контакты:
  - At IKI: Anton Ledkov [aledkov@rss.i.ru](mailto:aledkov@rss.i.ru)
  - At ESA/ODCS: Jorge Diaz del Rio [jdiaz@sciops.esa.int](mailto:jdiaz@sciops.esa.int)
  - At JAXA: Yukio Yamamoto [yukio@planeta.sci.isas.jaxa.jp](mailto:yukio@planeta.sci.isas.jaxa.jp)
  - At NASA: Charles Acton [charles.acton@jpl.nasa.gov](mailto:charles.acton@jpl.nasa.gov)