2018, ПРАКТИКА ПО АСТРОНОМИИ, ИПА РАН

Observatory ESO, Chili, 2400m, 3.6 м телескоп

Предмет астрономии.
Вселенная и астрономия.
Астрономия (astro-звезда, nomos-закон)

РАЗДЕЛЫ АСТРОНОМИИ:

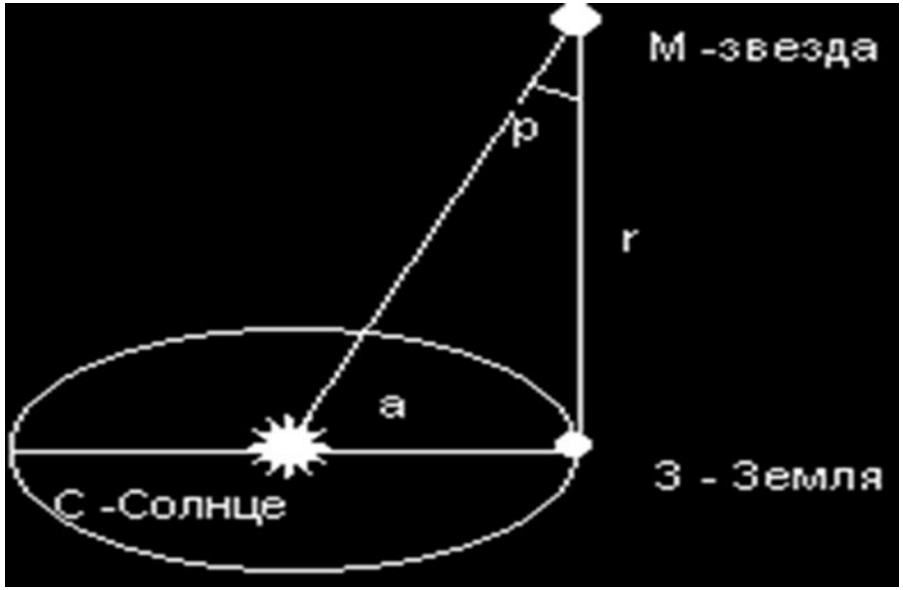
1. Астрометрия
2. Небесная механика
3. Астрофизика
4. Звездная астрономия-
5. Космология
6. Космогония-

Радиоастрономия

Единицы в Астрономии

Астрономическая единица (1 А.Е.= 150 000 000 км)- среднее расстояние от Земли до Солнца.**1 парсек** – расстояние , с которого средний радиус земной орбиты (равный 1 а. е.), перпендикулярный углу зрения, виден под углом в 1 секунду дуги (1”).

1 пк = 360*60*60/2 π*1 а.е.= 206264.8*1 а.е.= 3 * 1011 *1016 м =3.26 световых года



Световой год - расстояние, которое свет проходит за 1год.

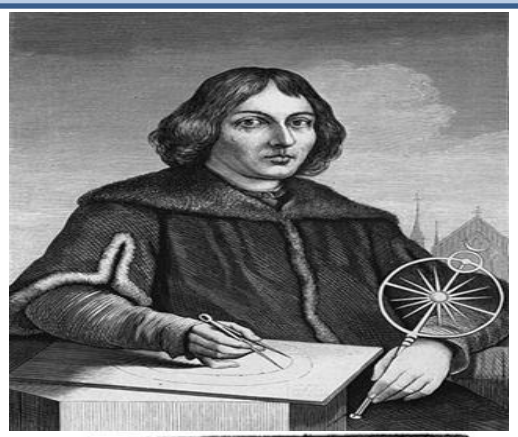
Некоторые понятия в астрономии

1.Эфемериды небесных тел

2. Многоволновая астрономия

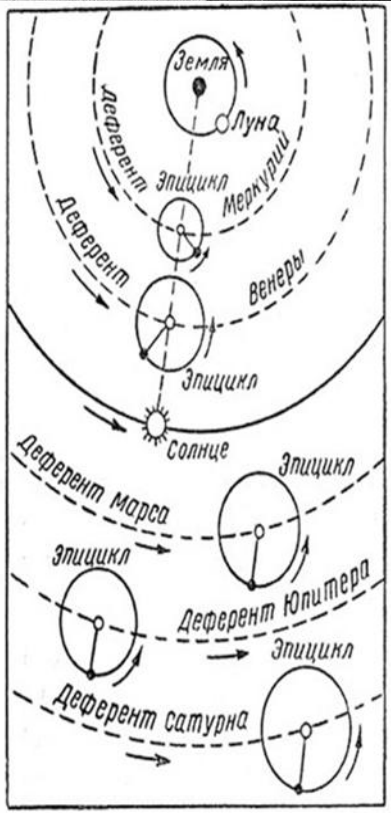
3. Эклиптика

Тихо Браге



1031 году Рейхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни

Галилео Галилей



Время в астрономии

Очень трудно определить время: нечто вроде как параметр, связанный с интуитивным представлением о следующих друг за другом событиях, измеряемых по каким-то чередующимся явлениям природы (движении Солнца, Луны и т.д.).

Как научный термин - время это 4-ая координата в пространственно-временной системе координат. В классической физике время мыслилось непрерывным и абсолютным- т.е. оно было всегда, течет в одном направлении и везде с одинаковой скоростью т.е. величина абсолютная. Но с появлением ОТО (Эйнштейн) 1905 г- представление о времени изменилось- это относительная величина, текущая по- разному в разных системах отсчета, то быстрее, то медленнее, в зависимости от скорости движения системы отсчета, от гравитации .

Парадокс близнецов

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

t- время на корабле

t_0- время на Земле

Если v= c то и под корнем выражение 1-1=0! Тогда t_0 / 0= бесконечности. Т. Е. время на корабле течет бесконечно медленно по сравнению со временем на Земле...

(Небесные тела – естественные и искусственные (с 1960 годов –КА, ИСЗ, “космические дебри”).
Космос-порядок. Созвездия. Календарь–”выкликивать”(“calleo” ”выкликивать”, долговая книга). Муза- Урания.

Особенности науки астрономия.

1.Наблюдения- основной источник информации

2. Наблюдать множество различных объектов

3. Основная единица измерения -угловая мера,
а не расстояние до объекта .

Лишь в конце 20 века -радиолокация и лазерные наблюдения

Современное состояние исследования Луны

Луны

ИПА РАН, н.с. Лаборатории эфемеридной астрономии, канд. физ -мат. н. Ягудина Э.И.

Основные темы и вопросы в презентации

I. Эфемеридная астрономия ?

Система “Земля-Луна”

1. Луна- объект нашей Солнечной системы
2. Краткая история изучения Луны
3. Данные о Луне до “космической эры”
4. Современное состояние изучения Луны. Зачем?

4.1.Инструменты, методы, точности .

4.2.Современные эфемерида Луны . **Вклад ИПА РАН.**

4.3. Современные программы освоения Луны

4.4. Результаты . Сроки.

Общеизвестные данные о Луне

1.Радиус Луны- R=1740 км

2. Масса Мл=1/81 Мз

3. Расстояние до Луны ~ 400000 км

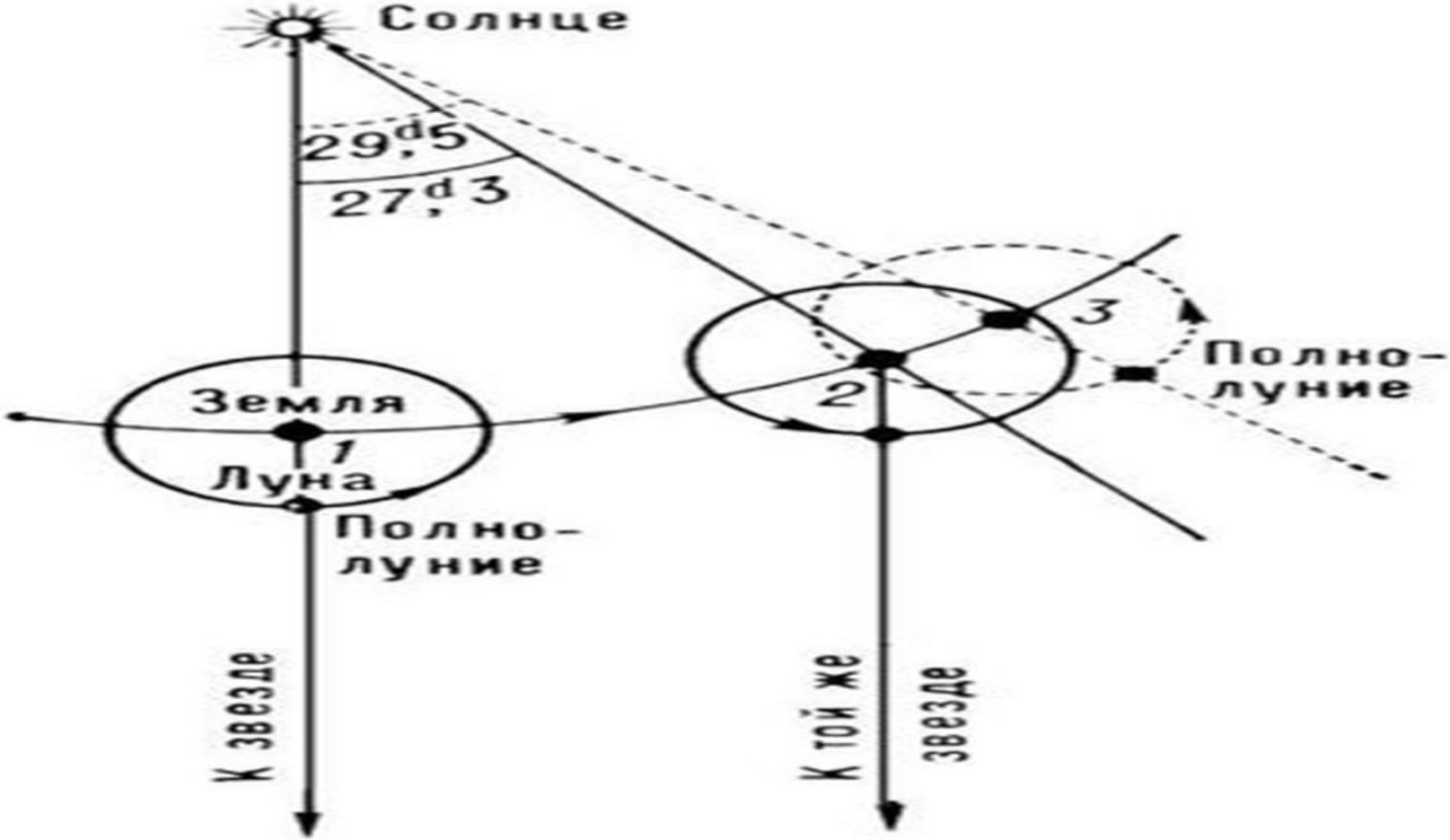
4. Ускорение свободного падения на Луне

5. Атмосфера???

6. Магнитное поле???

7. Возраст Луны 4.5 млр+/-10млн лет

8. Календарь. (Сидерический- 27.3 и синодический 29.7 дня месяцы)


Солнце
29,d5
27,d3
Земля
1
Луна
Полно-
луние
2
3
Полно-
луние
К звезде
К той же
звезде

9.Приливное взаимодействие в системе Земля-Луна. Максимума приливы достигают в новолуние и полнолуние.

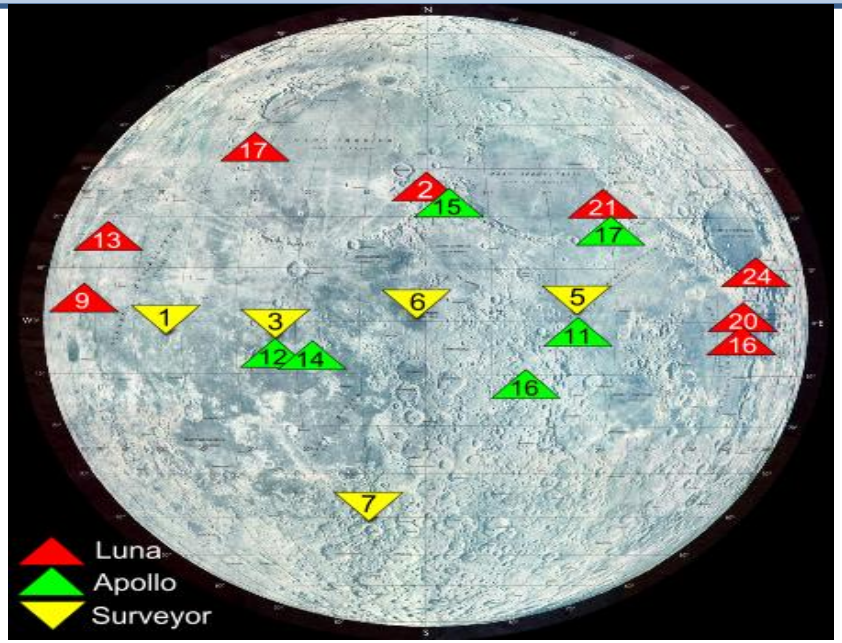
10. Происхождение Луны (около 4.5млр лет назад)

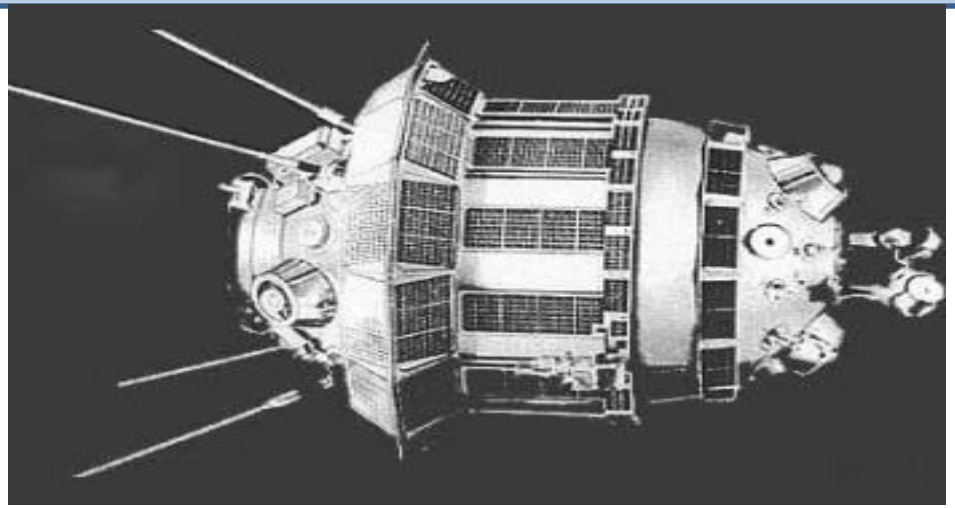
11.Эволюция системы З-Л.

Либрация Луны- 59% -неравномерность движения Луны по орбите, отличие фигуры Луны от строгой шарообразной формы

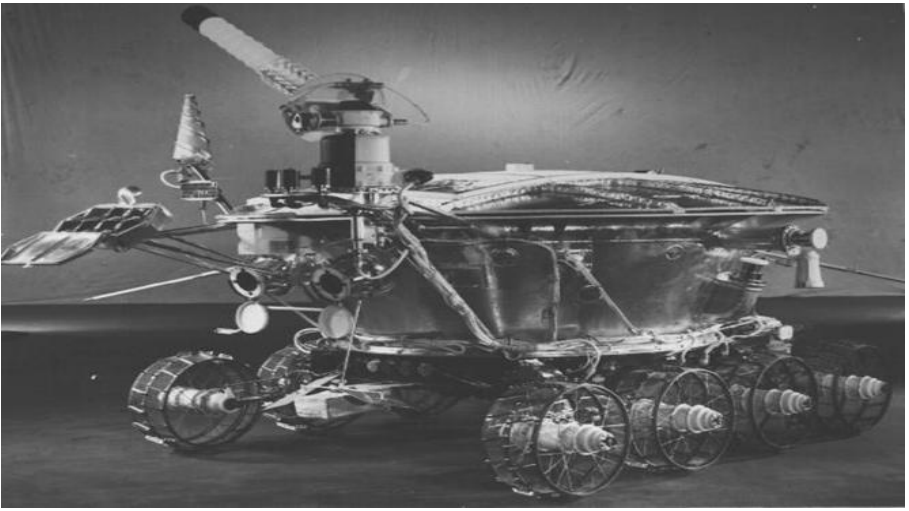
Видимая и обратная стороны Луны

Различие в рельефе-различное влияние Земли на приливную волну и аномалии силы тяжести на видимой и невидимой сторонах





АМС-Луна -3 .Первый облет Луны 7 октября 1959 г (СССР)

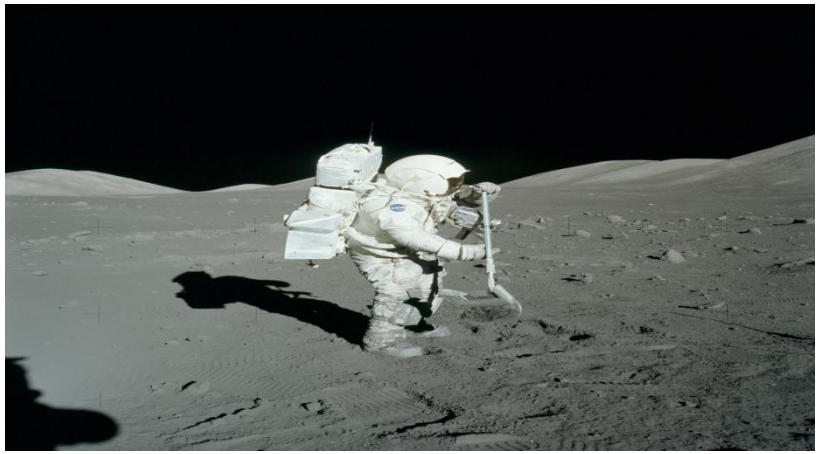


АМС-Луна17 .Первый самоходный аппарат на Луне. 17 ноября 1970г. (СССР) (грунт-)

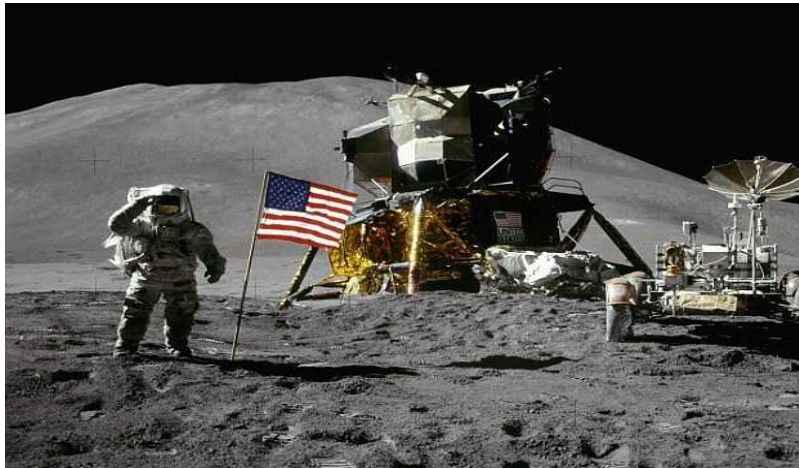
АМС-Луна 9 .Первая мягкая посадка на Луне. 3 февраля 1966 г (СССР)

(1959-1973) “Битва за Луну” -Книга Первушина. (правда и ложь о Лунной гонке) 2014 г. .**Советские программы** ” Луна-1-22” (грунт, облет Луны , снимки ,панорамы,грунт) **Американские**-5-прилунились 3-разбиты (серия “Сервейвер” – панорамы-99% поверхности Луны с разрешением 1м). (2 июня 1967 г) .
Пилотируемые полеты. (грунт-380 кг) 1972 Аполлон 17).

Аполлон-11
16-24 июля 1969 г
Армстронг,
Олдрин, Коллинз



Аполлон-17
16-24 июля
1972



Что такое эфемерида? О-С?

Эфемерида-предвычисленное положение небесного объекта в определенной системе координат.

О-С- разность предвычисленного и наблюденного значений положения объекта.

Современные эфемериды Луны-DE430 (USA), INPOP (France), EPM (Russia, IAA RAS) . **Точность эфемерид Луны**.(несколько сантиметров в расстоянии до Луны)

Точности при наблюдениях Луны

1. **Оптические наблюдения**: от нескольких угловых минут без телескопа до десятых долей угловой секунды на современных оптических телескопах

2. далее –**ПЗС- матрицы-до** 0”.05

3. **Лазерная локация Луны** –(расстояние до Луны –от 50 см в 1969- до нескольких мм сейчас на станции Апаче начиная с 2010 г).

4. **Радиотехнические методы (Р**ЛЛ-расстояние с ошибкой от мм до десятых мм) и РСДБ- (в направлении)-до нескольких микросекунд дуги (10E-3--10E-6).(аппарат на Луне). **Пример-китайская программа Chang’E3-** несколько см в определении движения ровера относительно ландера и 0.5 нс дифференциальные РСДБ наблюдения.

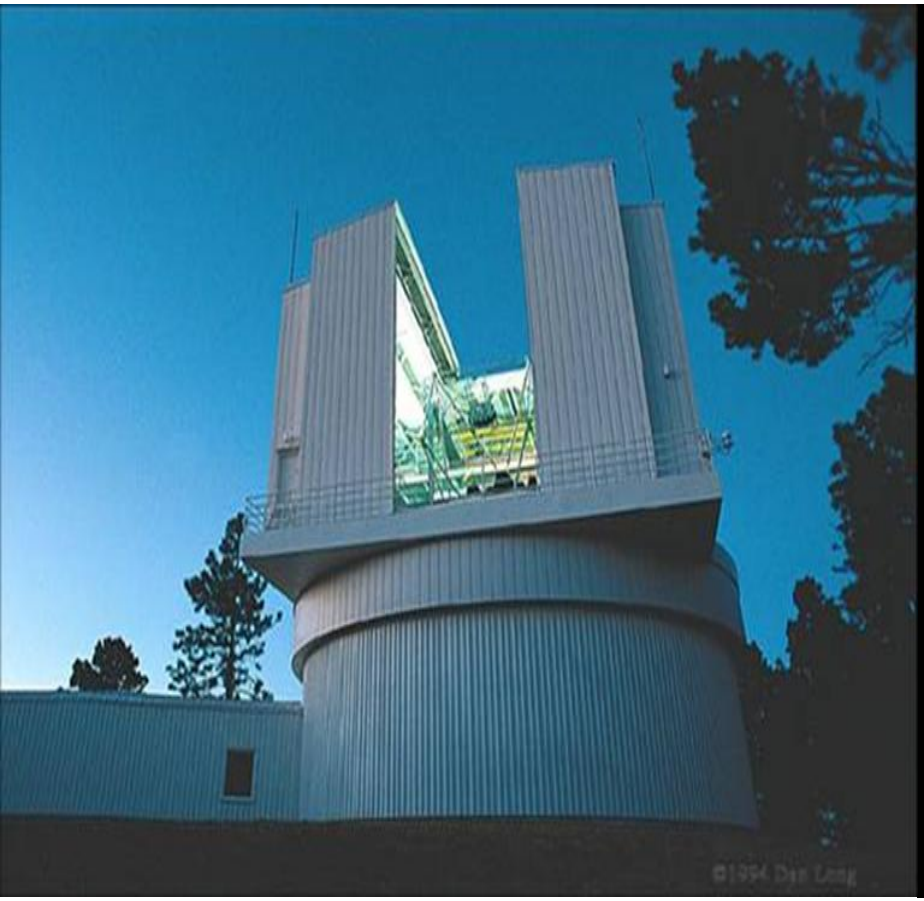
Наземные станции лазерной локации ИСЗ спутников и Луны (4 действующие и 1 – строится -Алтай, 2- Ла Силья-пока проектируется). Лучшая по результатам – Апаче (Аполло) станция

Современные методы изучения Луны

1. **Лазерная локация Луны**
2. . **Радиотехнические методы (Р**ЛЛ) и РСДБ наблюдения аппаратов на Луне.
3. **ИСЛ (аппараты вокруг Луны)**

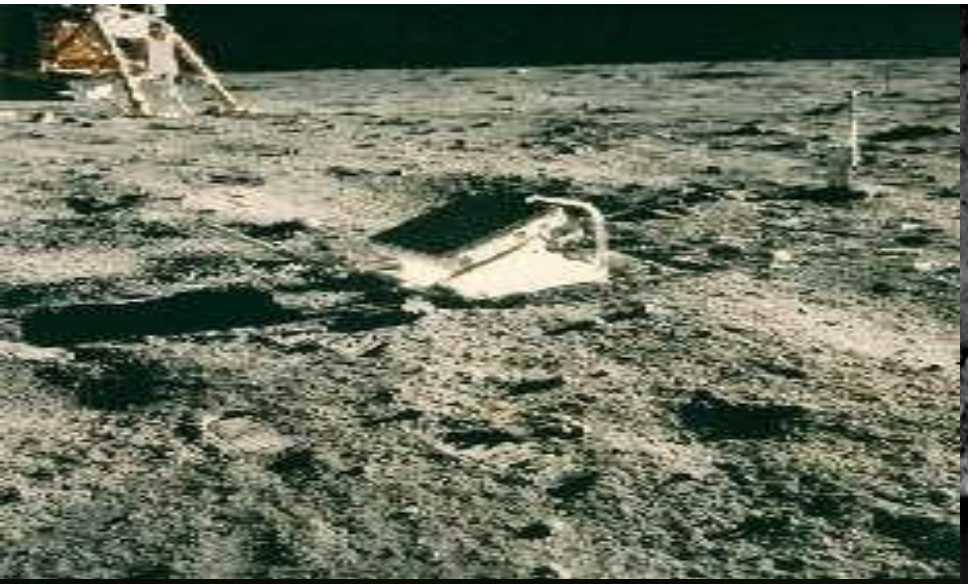
Современные методы изучения Луны

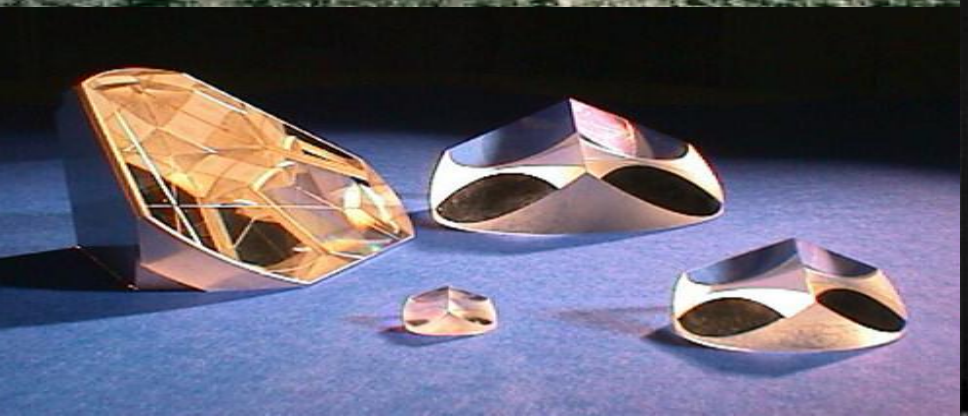
I. Лазерная локация Луны

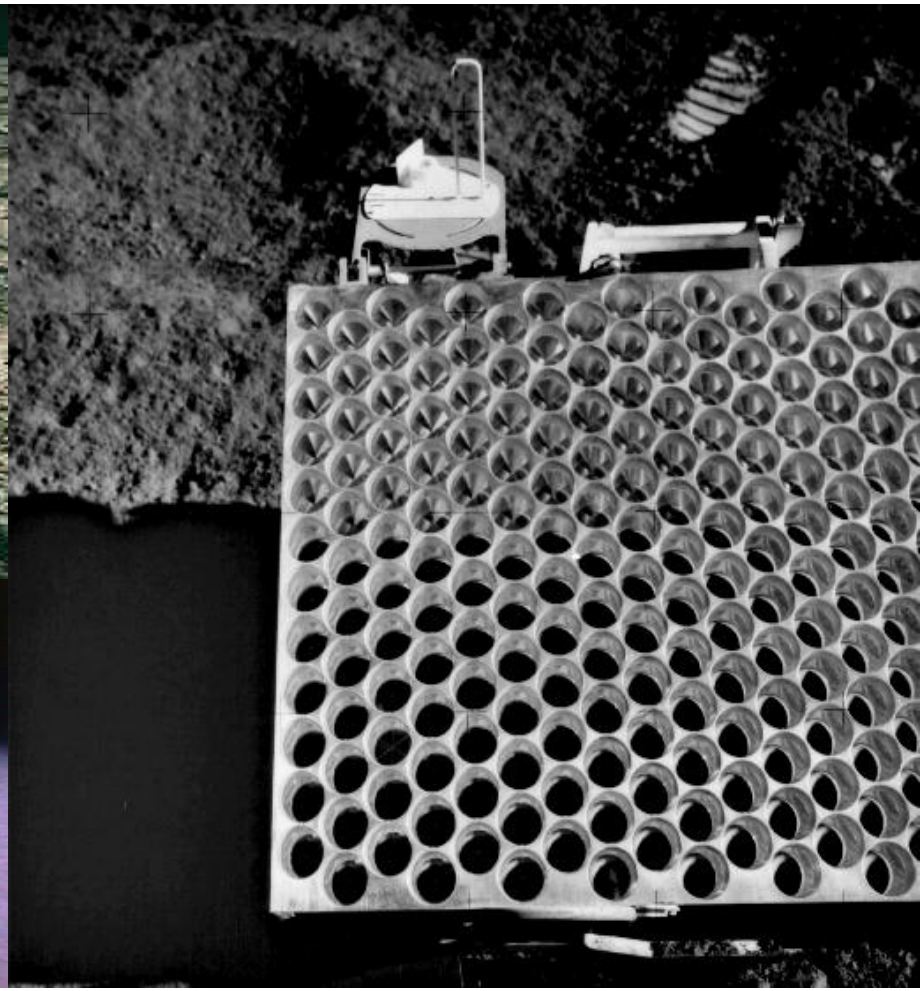


ЛЛЛ станция Апаче (USA)

Отражатели на Луне



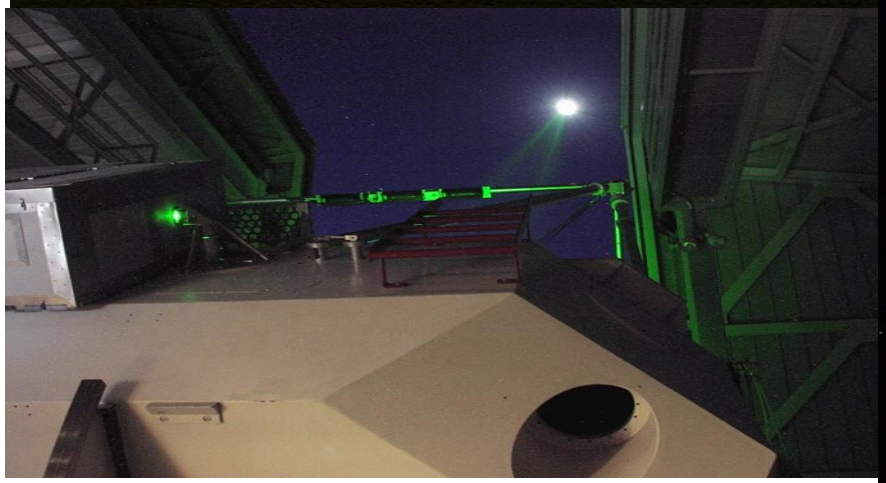




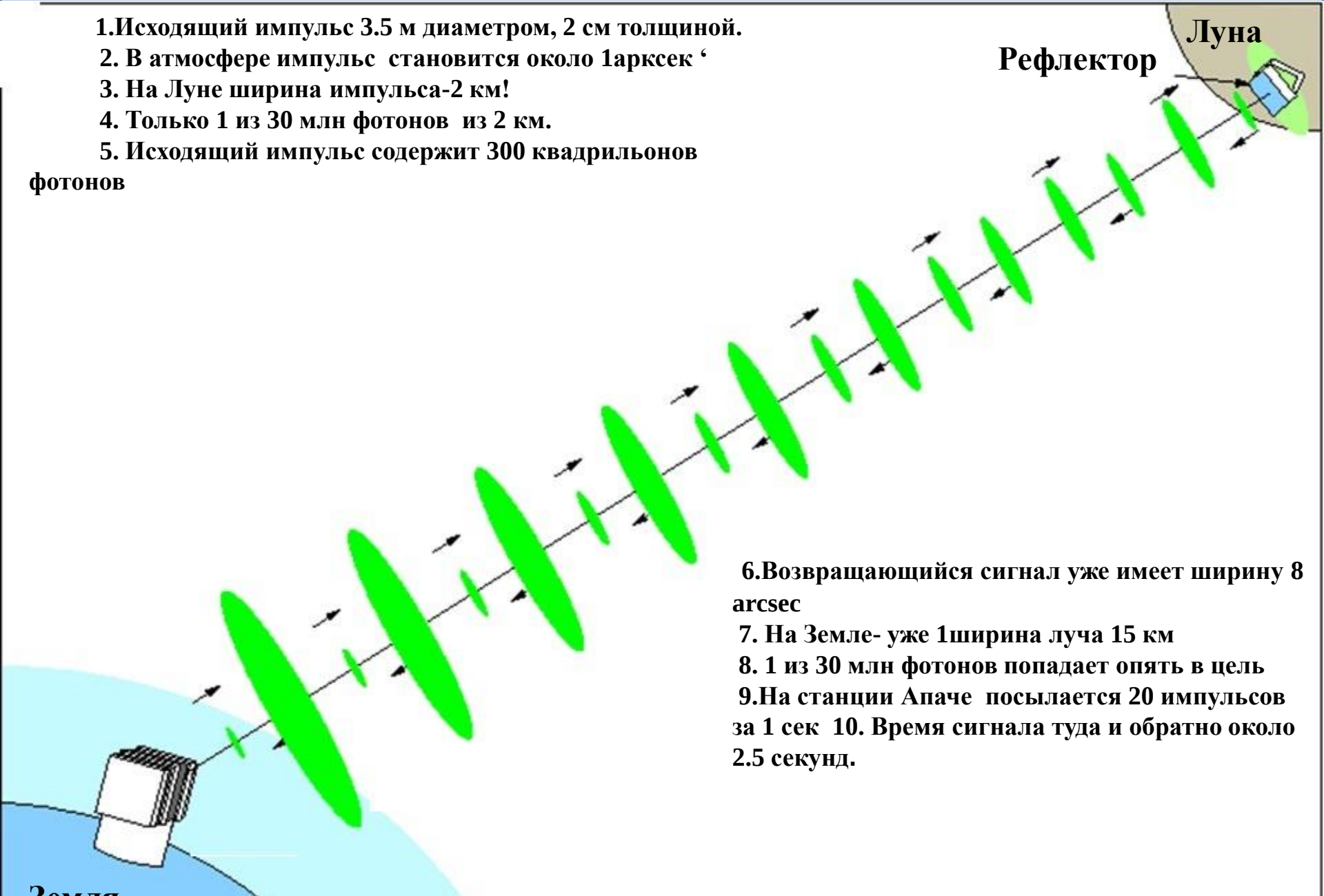
Рефлекторы- уголковый отражатель или оптически й прибор, который отражает свет назад точно в том же направлении откуда он пришел.

Современные методы изучения Луны

1.Лазерная локация Луны (1969-2018)



1.Исходящий импульс 3.5 м диаметром, 2 см толщиной.
2. В атмосфере импульс становится около 1арксек ‘
3. На Луне ширина импульса-2 км!
4. Только 1 из 30 млн фотонов из 2 км.
5. Исходящий импульс содержит 300 квадрильонов фотонов



6.Возвращающийся сигнал уже имеет ширину 8 arcsec
7. На Земле- уже 1ширина луча 15 км
8. 1 из 30 млн фотонов попадает опять в цель
9.На станции Апаче посылается 20 импульсов за 1 сек 10. Время сигнала туда и обратно около 2.5 секунд.

Точность эфемерид Луны

Значит эфемерида-должна быть очень точной. Вот этим и занимаются в ИПА в нашей Лаборатории эфемеридной астрономии – создание , развитие и поддержка эфемерид планет и Луны.

Современные эфемериды Луны:-DE430 (USA), INPOP (France), EPM (Russia, IAA RAS) .

На данный момент- ЛЛ наблюдения точнее, чем теория движения Луны.

1.**Улучшить эфемериду- более точная теория Луны.**

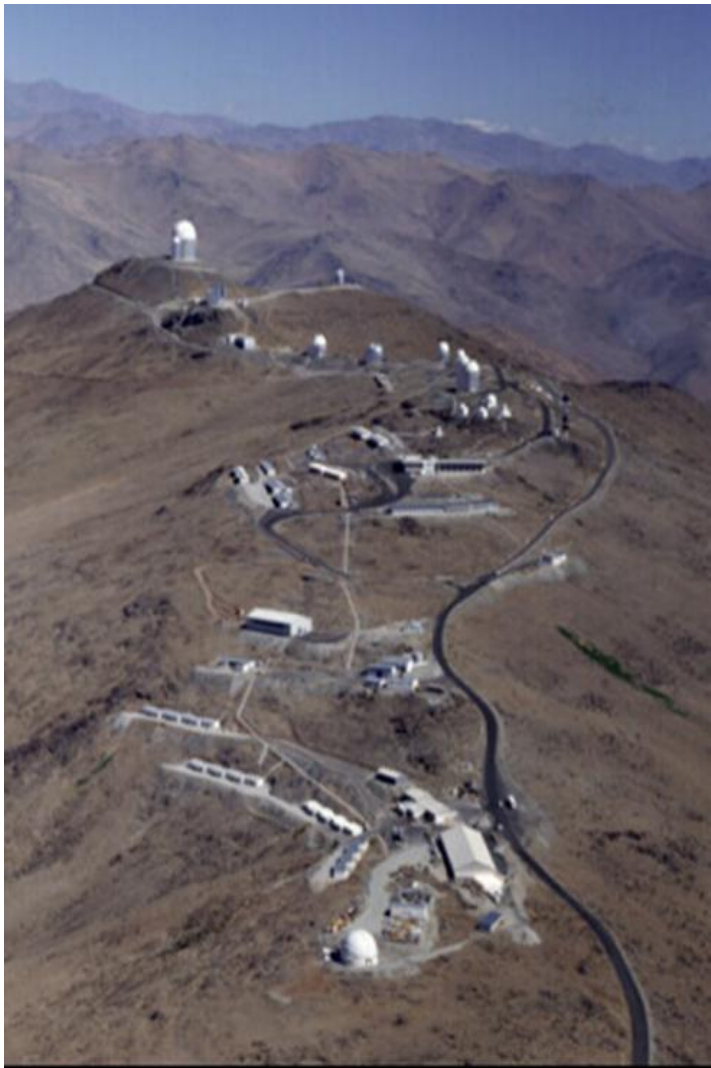
До настоящего момента- лучшая теория-DE 430(около 2.5 см) . В то время как ЛЛ наблюдения (на станции Апаче имеют точность НТ-около 3-5 мм).

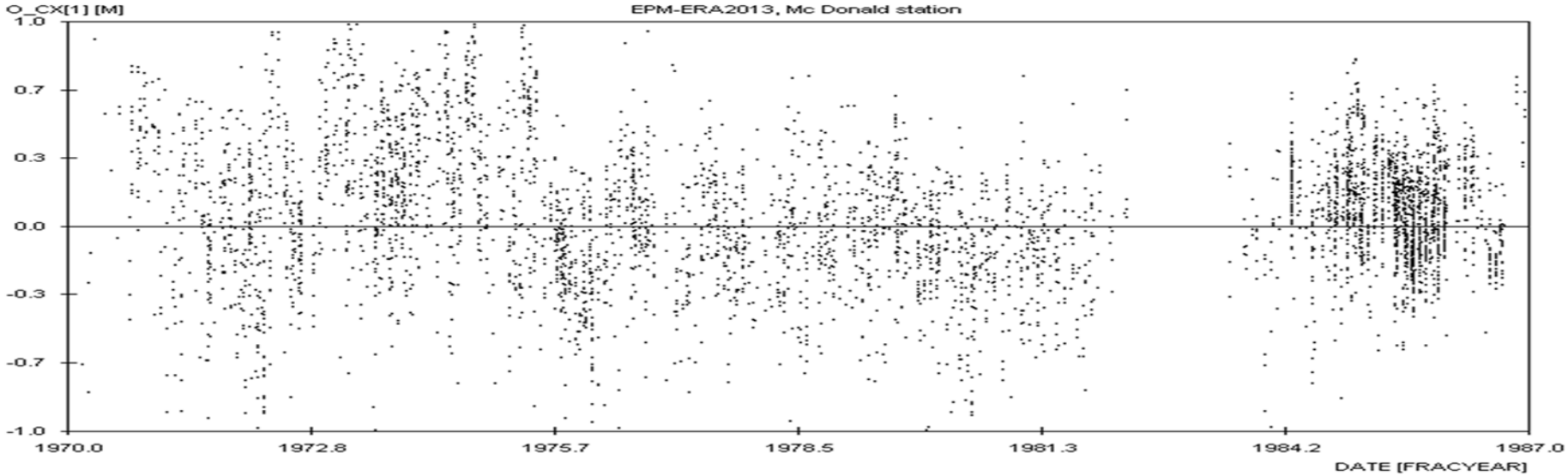
Однако, сейчас используя теорию DE 430 орбитально - вращательного движения Луны и другие модели гравитационного поля Луны (из других наблюдений), удалось получить разность **О-С** около см. (ИПА, эфемерида EPM). Идет ее проверка и на основе обработки наблюдений.Пример обработки и сравнение с эфемеридой на станциях Апаче и Серга.

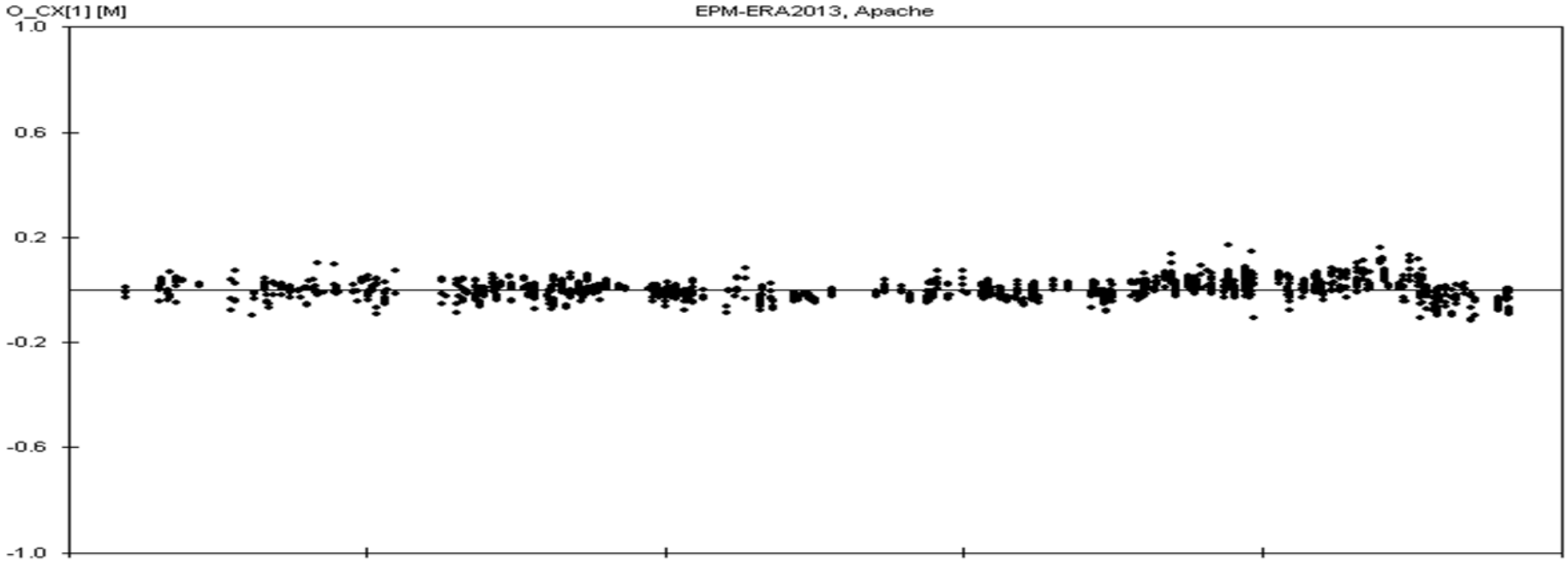
2 метод- построения новых ЛЛ станций- сейчас-

2. проекта: Алтай (Россия) и Ла Силья(Европейский проект).

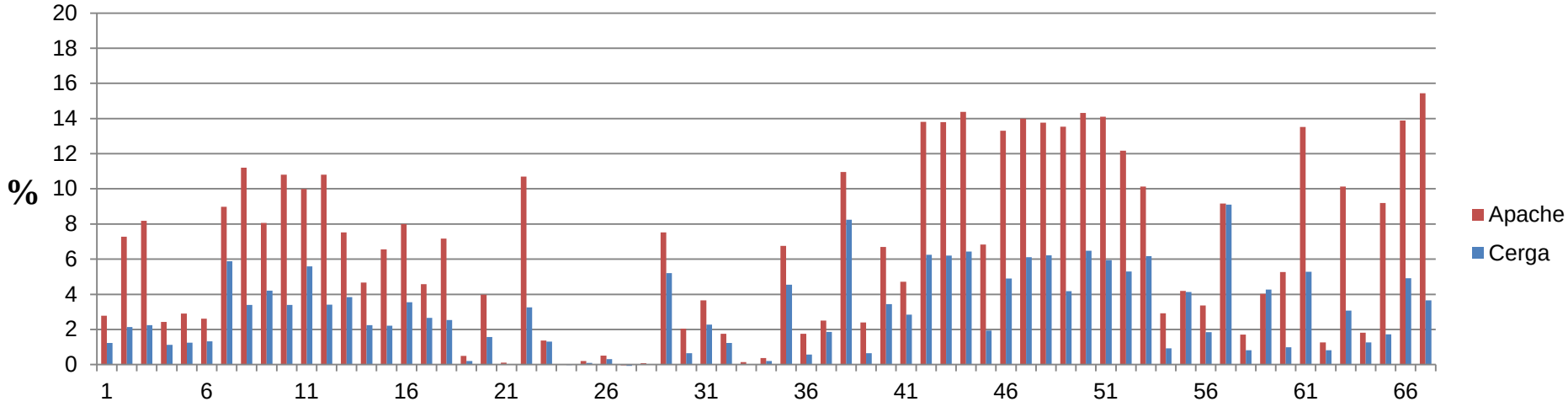
В настоящее время существуют 2 проекта по установке ЛЛД на станциях Алтай (Россия) и Ла Силья (La Silla) (Европейский проект). Ожидаемое увеличение точности Лунной эфемериды (с получением новых ЛЛН) является основной целью.




O_CX[1] [M]
EPM-ERA2013, Mc Donald station
1.0
0.7
0.3
0.0
-0.3
-0.7
-1.0
1970.0
1972.8
1975.7
1978.5
1981.3
1984.2
1987.0
DATE [FRACYEAR]


O_CX[1] [M]
EPM-ERA2013, Apache
1.0
0.6
0.2
-0.2
-0.6
-1.0

Ожидаемое влияние Российского ЛЛД на точность эфемериды Луны: сценарии "Apache 2006" и “Cerga2006” для станции Алтай



67 параметров эфемериды Луны

N	Parameter	N	Parameter	N	Parameter	N	Parameter	N	Parameter
1	X Moon	15	A11 PY	29	CERGA PX	42	C_{20}	55	T*sidt Moon
2	Y Moon	16	A14 long	30	CERGA long	43	C_{21}	56	T*deps
3	Z Moon	17	A14 PX	31	CERGA PY	44	S_{21}	57	T*dpsi
4	V_x Moon	18	A14 PY	32	Halaek PX	45	C_{22}	58	deps
5	V_y Moon	19	L2 long	33	Halaek long	46	S_{22}	59	dpsi
6	V_z Moon	20	L2 PX	34	Halaek PY	47	C_{30}	60	Lag Moon
7	Libration Θ	21	L2 PY	35	MLRS1 PX	48	C_{31}	61	k2 Moon
8	Libration ϕ	22	A15 PX	36	MLRS1 long	49	S_{31}	62	A15 long
9	Libration ψ	23	MCD PX	37	MLRS1 PY	50	C_{32}	63	A15 PX
10	Libration dΘ/dt	24	MCD long	38	Apache px	51	S_{32}	64	A15 Py
11	Libration dϕ/dt	25	MCD PY	39	Apache long	52	C_{33}	65	L1 long
12	Libration dψ/dt	26	MLRS PX	40	Apache py	53	S_{33}	66	L1 PX
13	A11 long	27	MLRS long	41	Lag Earth	54	T*sidt	67	L1 PY
14	A11 PX	28	MLRS PY						

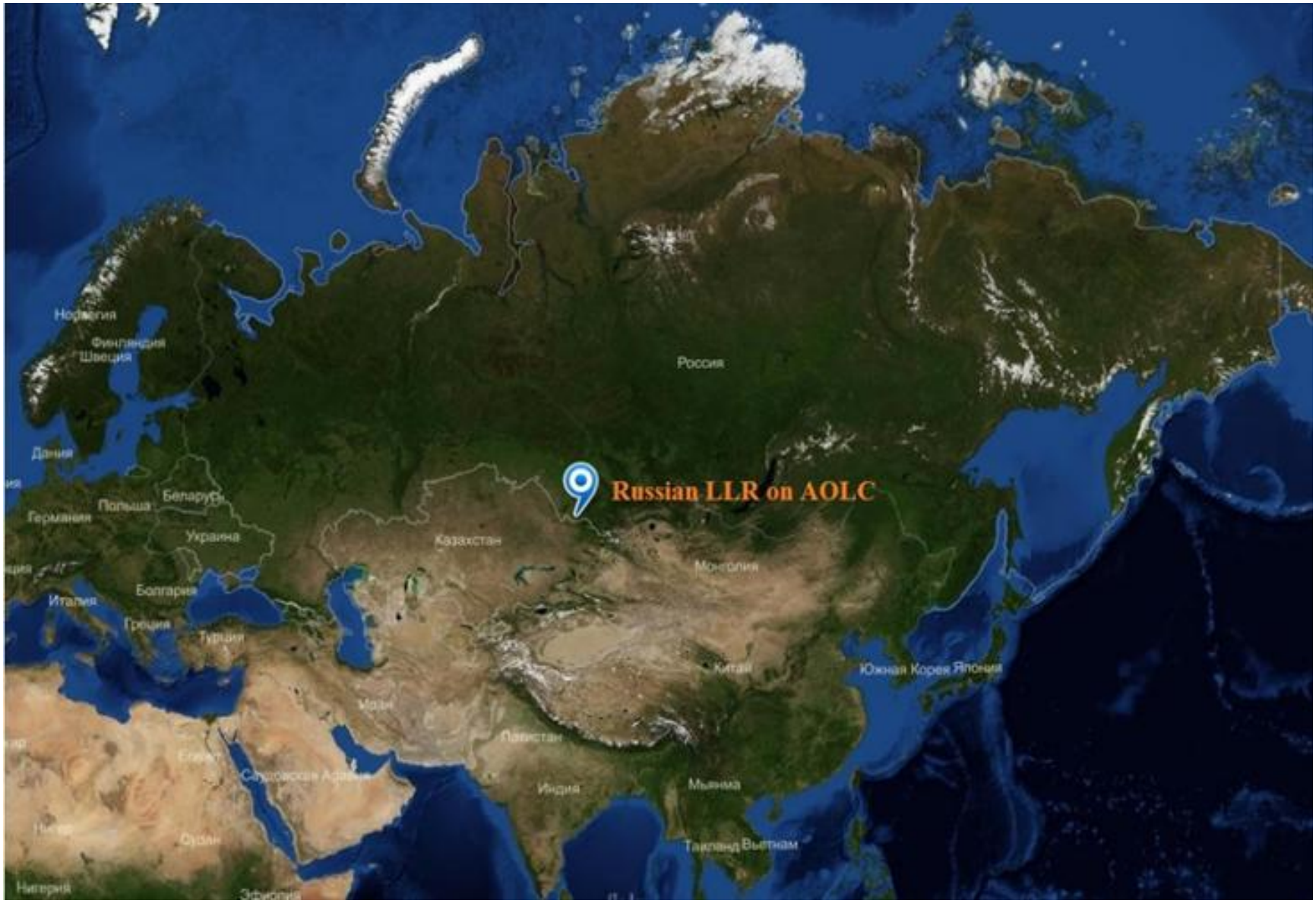

Russian LLR on AOLC
Норвегия
Финляндия
Швеция
Россия
Дания
Беларусь
Польша
Германия
Украина
Казахстан
Монголия
Болгария
Италия
Греция
Турция
Китай
Южная Корея
Япония
Пакистан
Индия
Мьянма
Таиланд
Вьетнам
Оман
Нигерия

Fig. 1 Post-fit residuals for Apache station

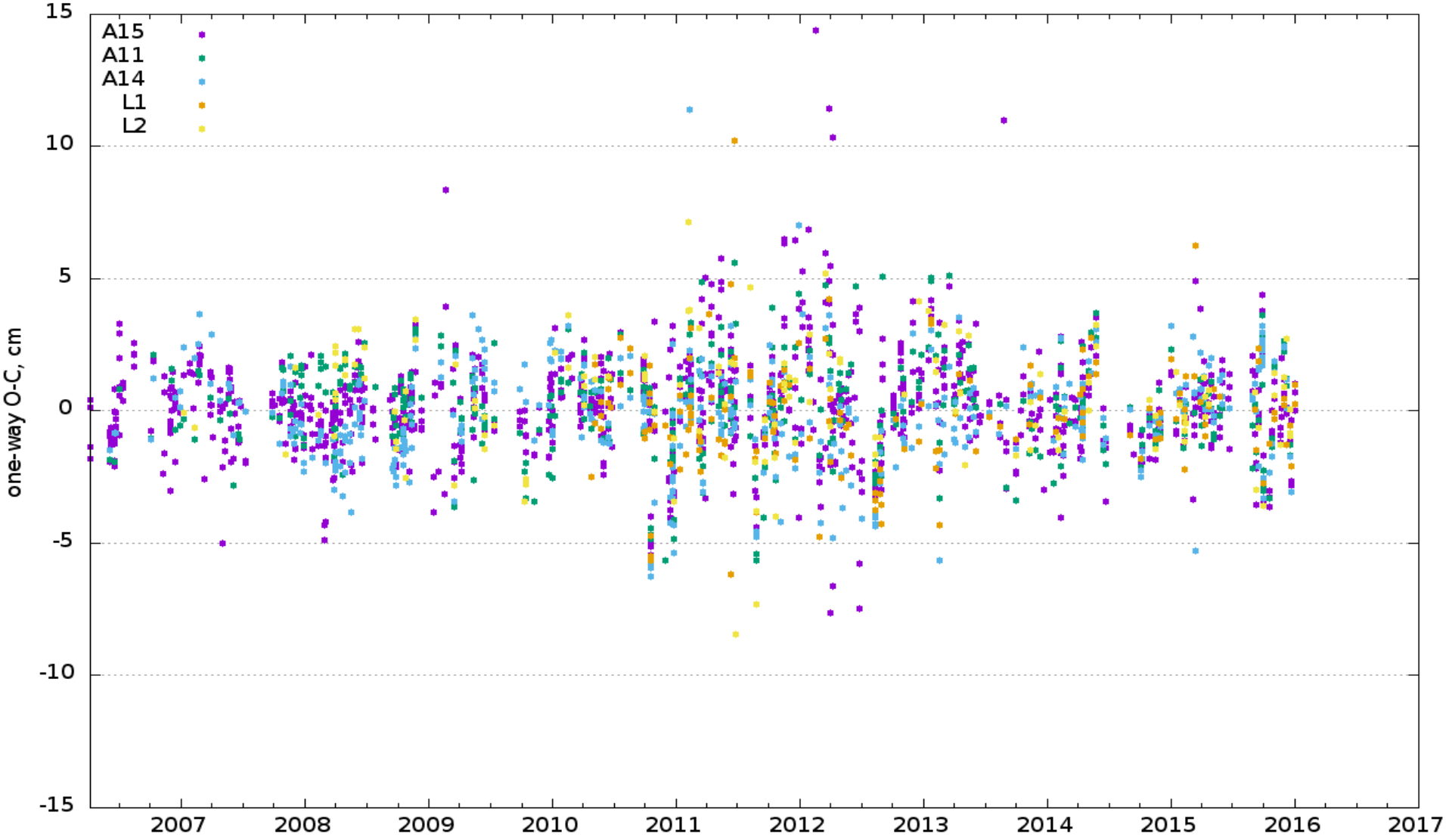
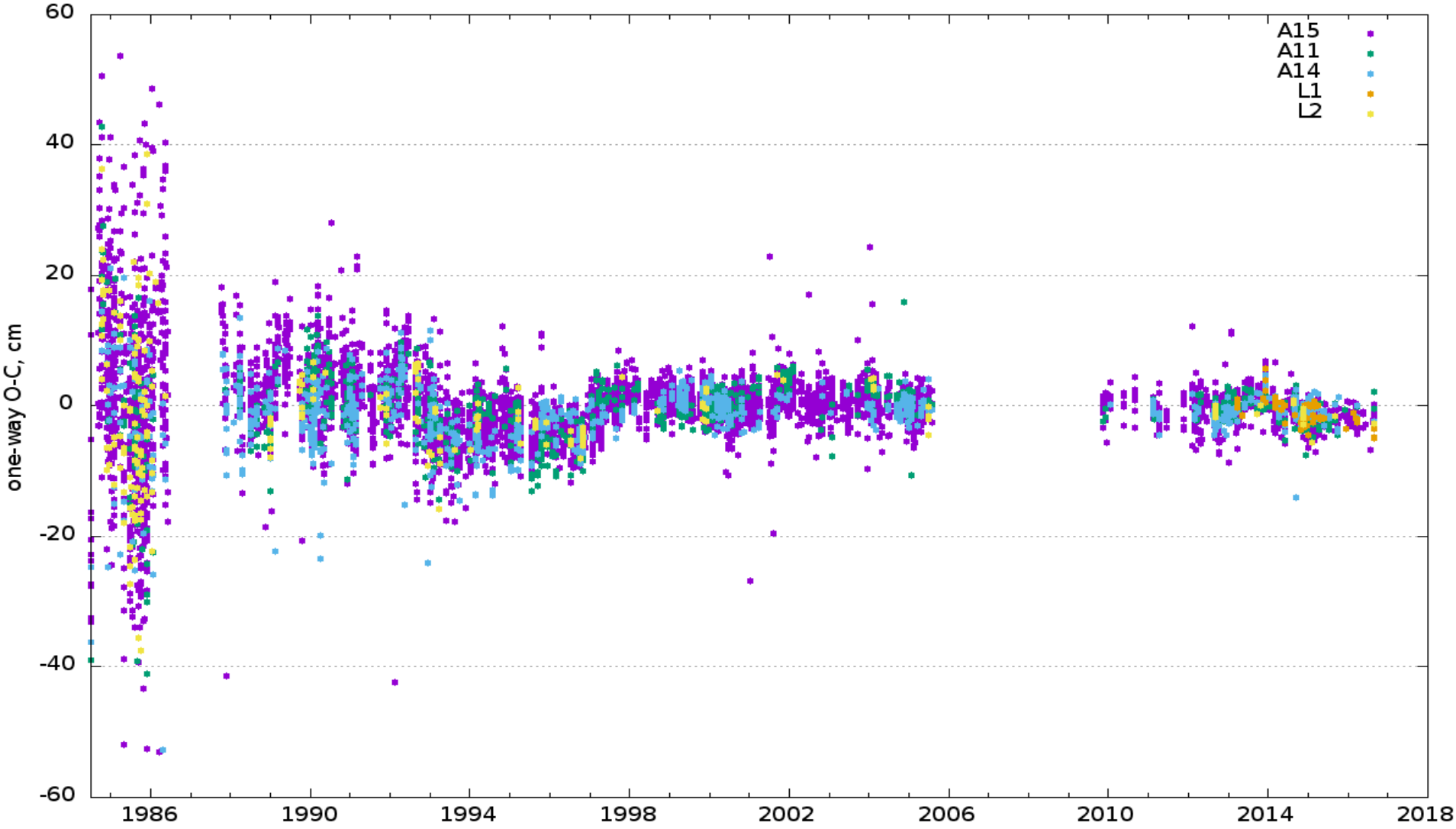
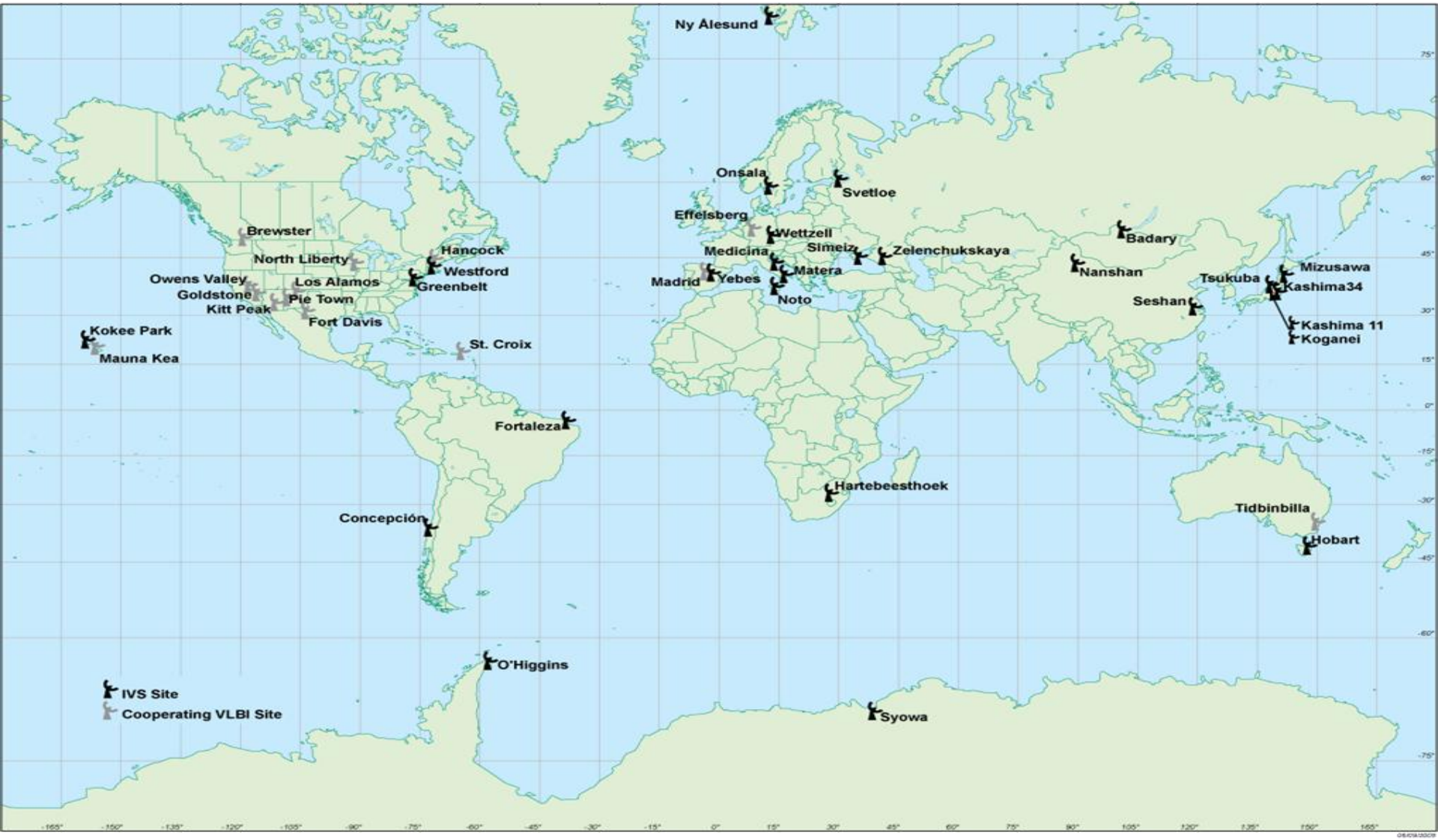


Fig. 2 Post-fit residuals for CERGA station

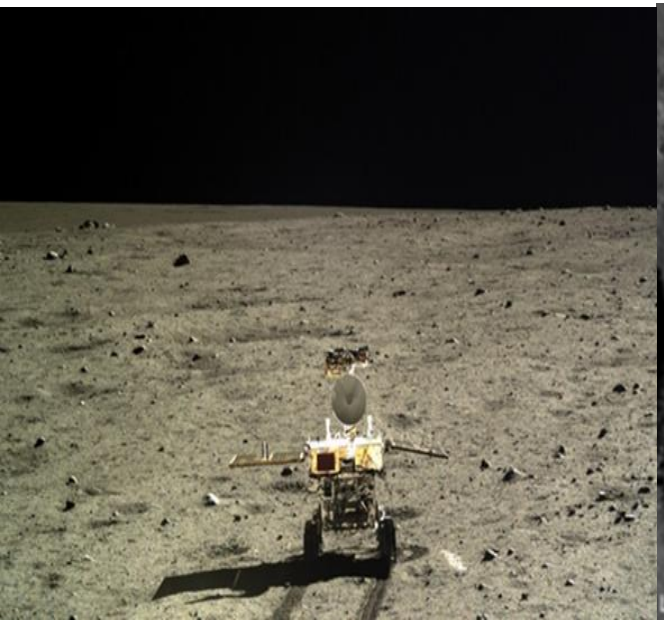


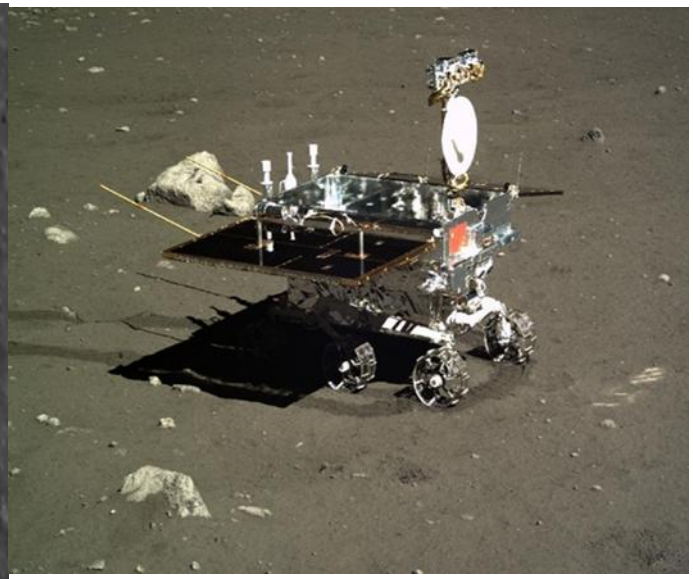
Радиотелескопы,РСДБ – радио интерферометрия со сверхдлинной базой. Обсерватории ”Квазар-КВО” (ИПА)



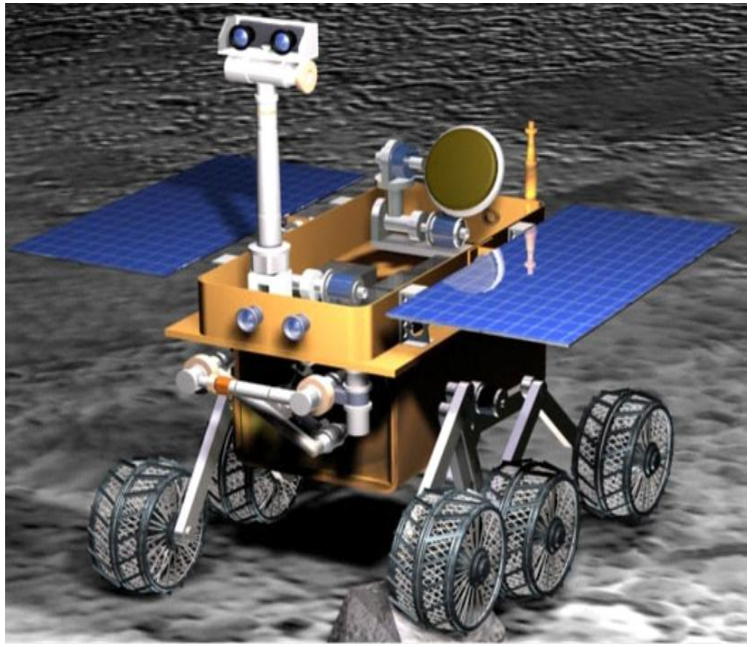
РСДБ (радиотелескопы на Земле)

- **Современные проекты по исследованию Луны**
- **1. Китайский лунный проект**.
-
- (начало 2013 год)-2024 гг.
- На действующем посадочном аппарате «Чанъэ-3» установлен транспондер, позволяющий производить РЛЛ и РСДБ наблюдения в Х-диапазоне.
- Предполагается, что посадочные аппараты следующих миссий «Чанъэ-4,5,6» также будут оснащены аппаратурой для ЛРН и РСДБ наблюдений
- Реальная точность наблюдений (РЛЛ- мм РСДБ-нс)

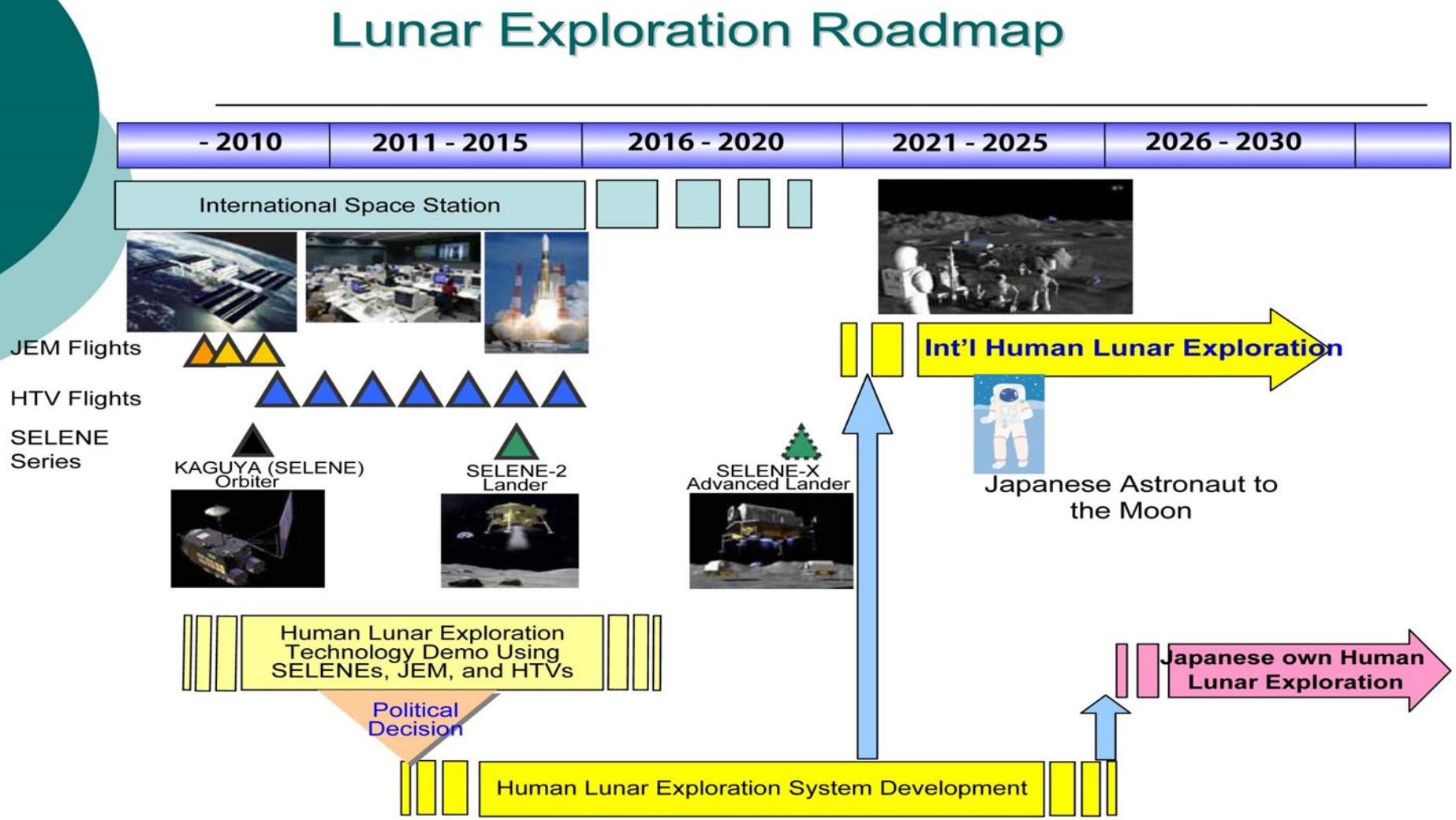




Институт прикладной астрономии РАН



2.. Японский лунный проект.

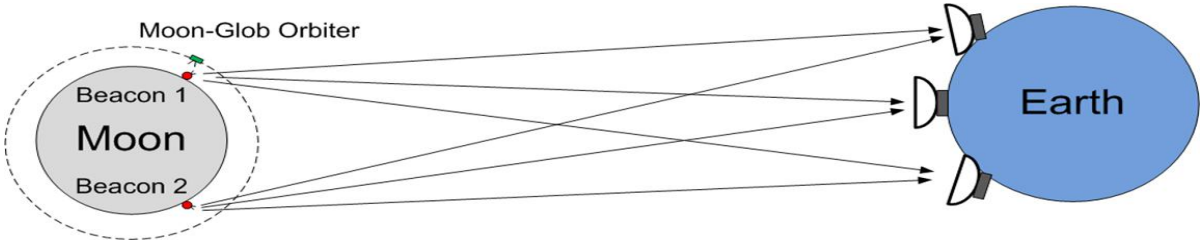


3. Российский Лунный проект

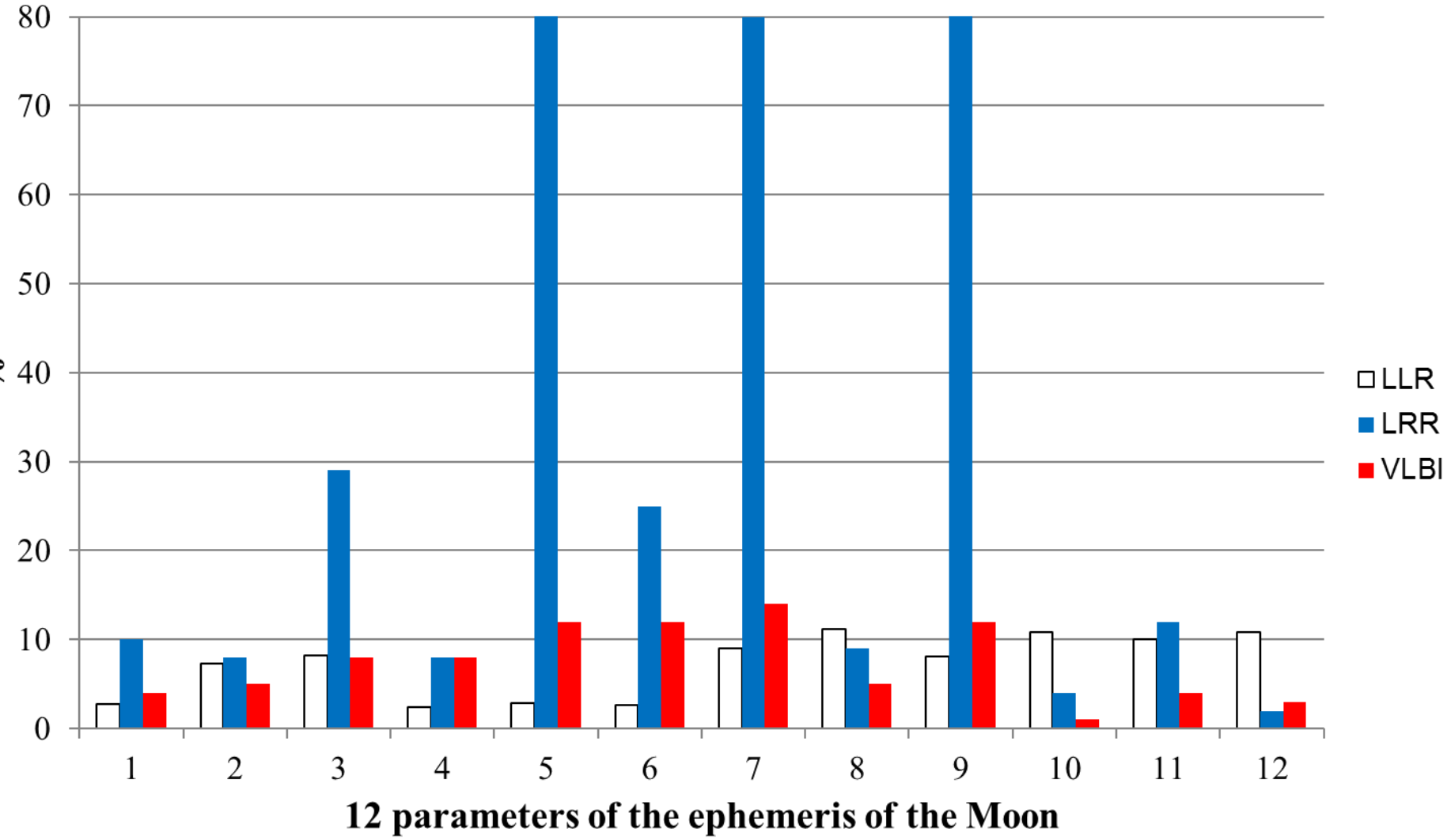
1.РЛЛ и РСДБ наблюдения будущих посадочных аппаратов на Луне (“Luna-Glob” и “Luna-Resource”) в X и Ka диапазонах в полярных районах Луны

2. Квазар-КВО сеть (ИПА) предполагается использовать для наблюдений

3. Предварительная дата реализации 2019г



Expected impact of new LLR stations and LRR,VLBI observations on the lunar ephemeris accuracy



4**. Проекты НАСА** (Национальное Управление США по Аэронавтике и исследованию космического пространства

а).2005-2007 гг- ИСЛ Луны

б). 2008-2018 гг.- полеты лунных модулей (роботов), конструирование и отладка ракетной техники

с). 2018-2025 гг. – Развертывание лунной базы, высадка на Луну

d).после 2025 года- на лунной платформе с 2020 года подготовка к освоению Марса 2023 год – первый полет на орбиту Луны

2026 год – полет для изучения астероида, доставленного на орбиту Земли 2027-2030 годы – регулярные полеты с постепенным увеличением продолжительности пребывания астронавтов в дальнем космосе.

Будущее . Луна-база для исследований космоса.

I.Астрономические наблюдения с лунной поверхности

1. **Оптический телескоп** (отсутствие атмосферы-наблюдения во всем спектральном диапазоне не только в пределах Солнечной системы).

2. **Радиотелескоп на Луне . (**защита от помех с Земли, которую можно получить, разместив их на обратной стороне Луны.)

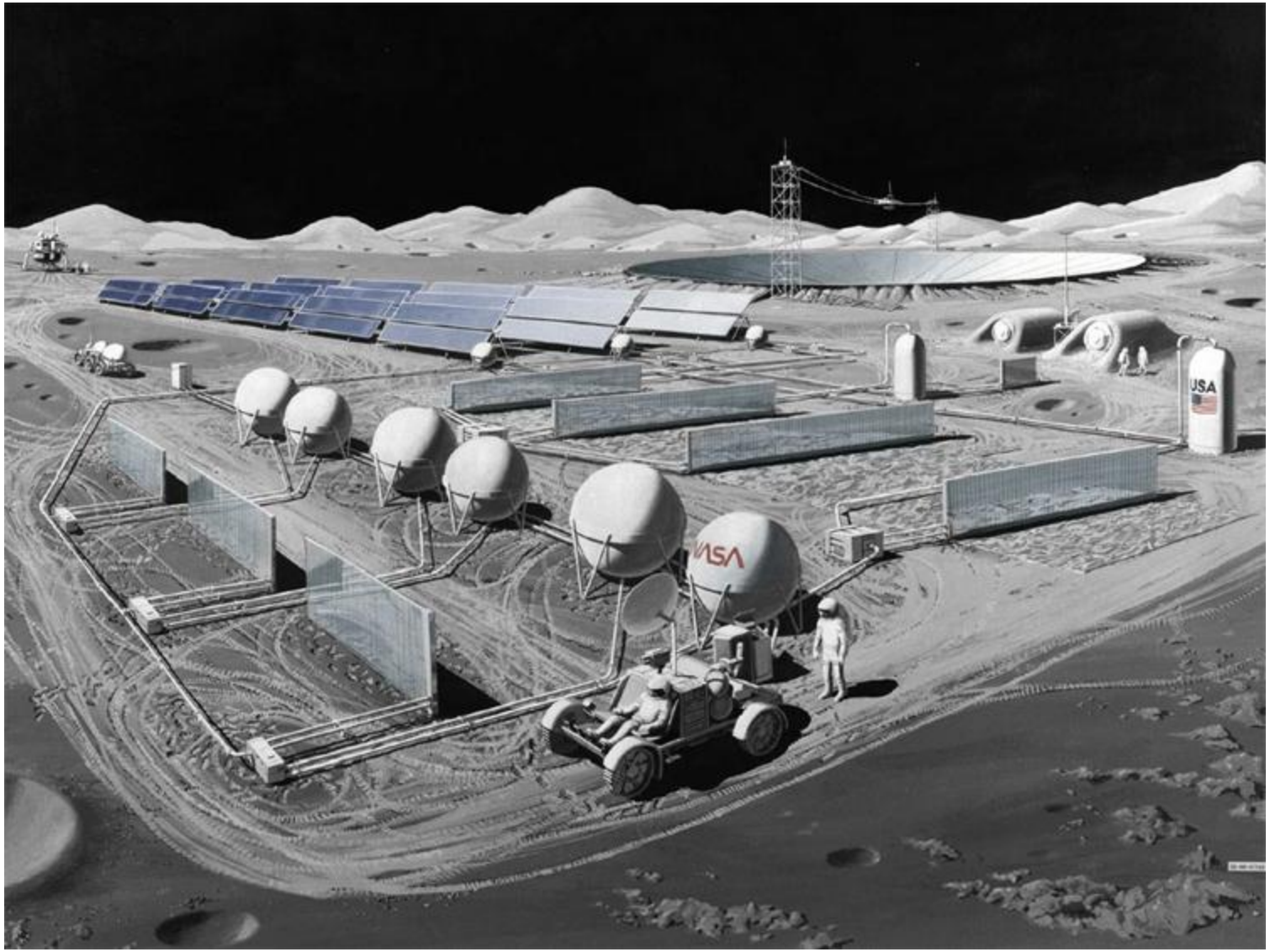
3. **Организация постоянных наблюдений с Луны за Солнцем и Землей** – поддержка земной метеорологии.Заинтересована физика высоких энергий-создание ускорителя частиц , используя лунные материалы,???

4. **Исследование низкочастотных излучений космических объектов ,к**оторые не проходят через плотную для них земную атмосферу.

(2030-2034 гг.)

II.Место старта к другим телам Солнечной системы,,?
Международное сотрудничество?????????

Самостоятельное существование лунной колонии?


USA
NASA

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!