



Федеральное космическое агентство
НПО им. С.А. Лавочкина
Институт космических исследований РАН

**Программа научных измерений на
поверхности Луны
для КА «Луна-Ресурс» и ПсМ «Луна-Глоб»**

**Science programs on Moon
for Luna-Glob and Luna-Resource Landers**

В. Третьяков,
Институт космических исследований, Москва, Россия

ИКИ РАН, 31 июня 2011 г.

Научные задачи / Science goals

Задача 1:

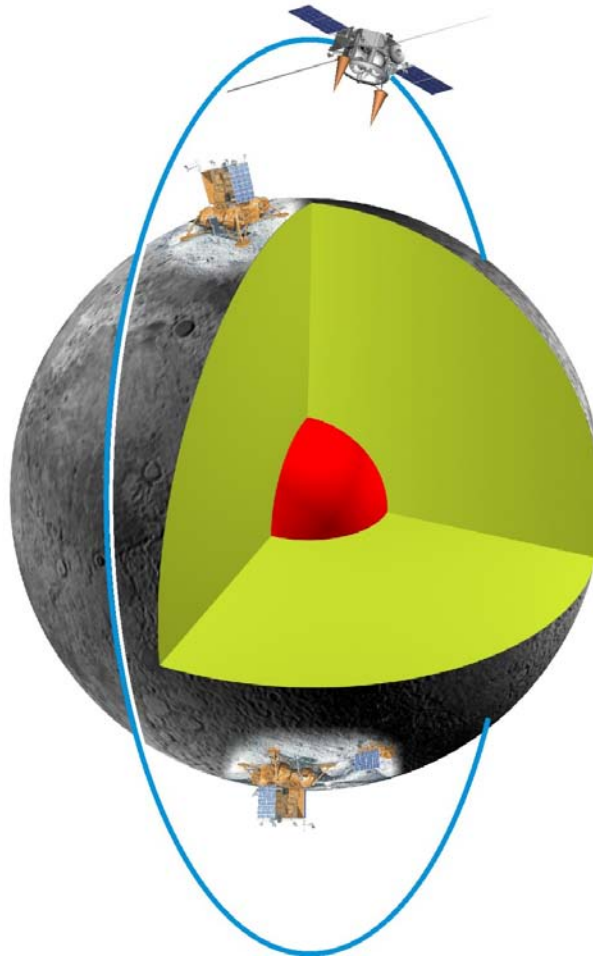
Исследование состава реголита и физических процессов на лунных полюсах

Задача 2:

Исследование свойств экзосферы на лунных полюсах и процессов взаимодействия космической плазмы с поверхностью

Задача 3:

Исследование внутреннего строения Луны методами сейсмометрии



Goal 1: Study of mineralogical, chemical, elemental and isotopic content of regolith and volatiles in polar area of Moon

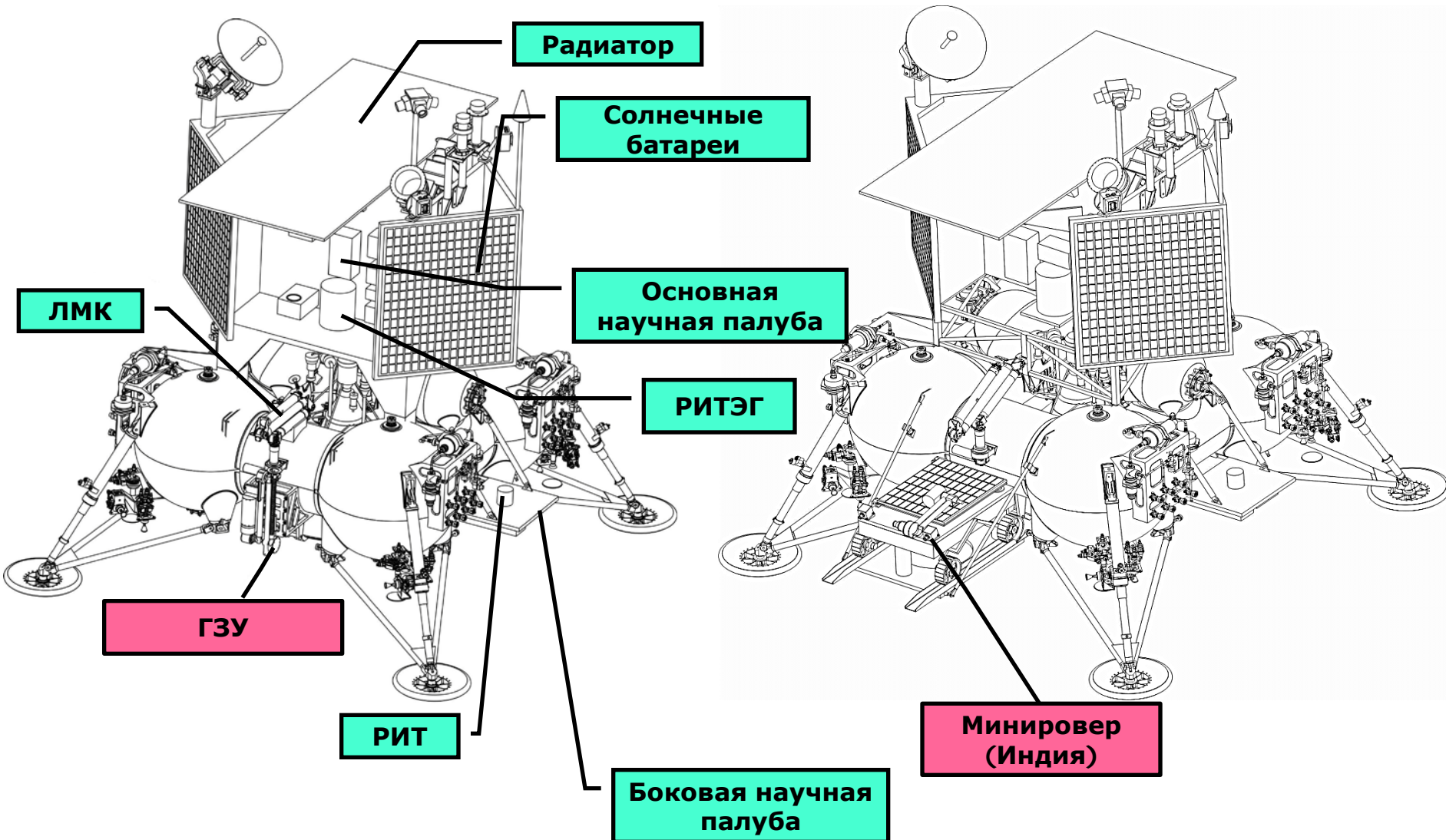
Goal 2: Study of plasma and dust exosphere of Moon and interaction of space environment with Moon' surface

Goal 3: Investigation of inner structure of Moon by means of seismic measurements

Конфигурация КА / Landers structure

ЛУНА-ГЛОБ / LUNA-GLOB

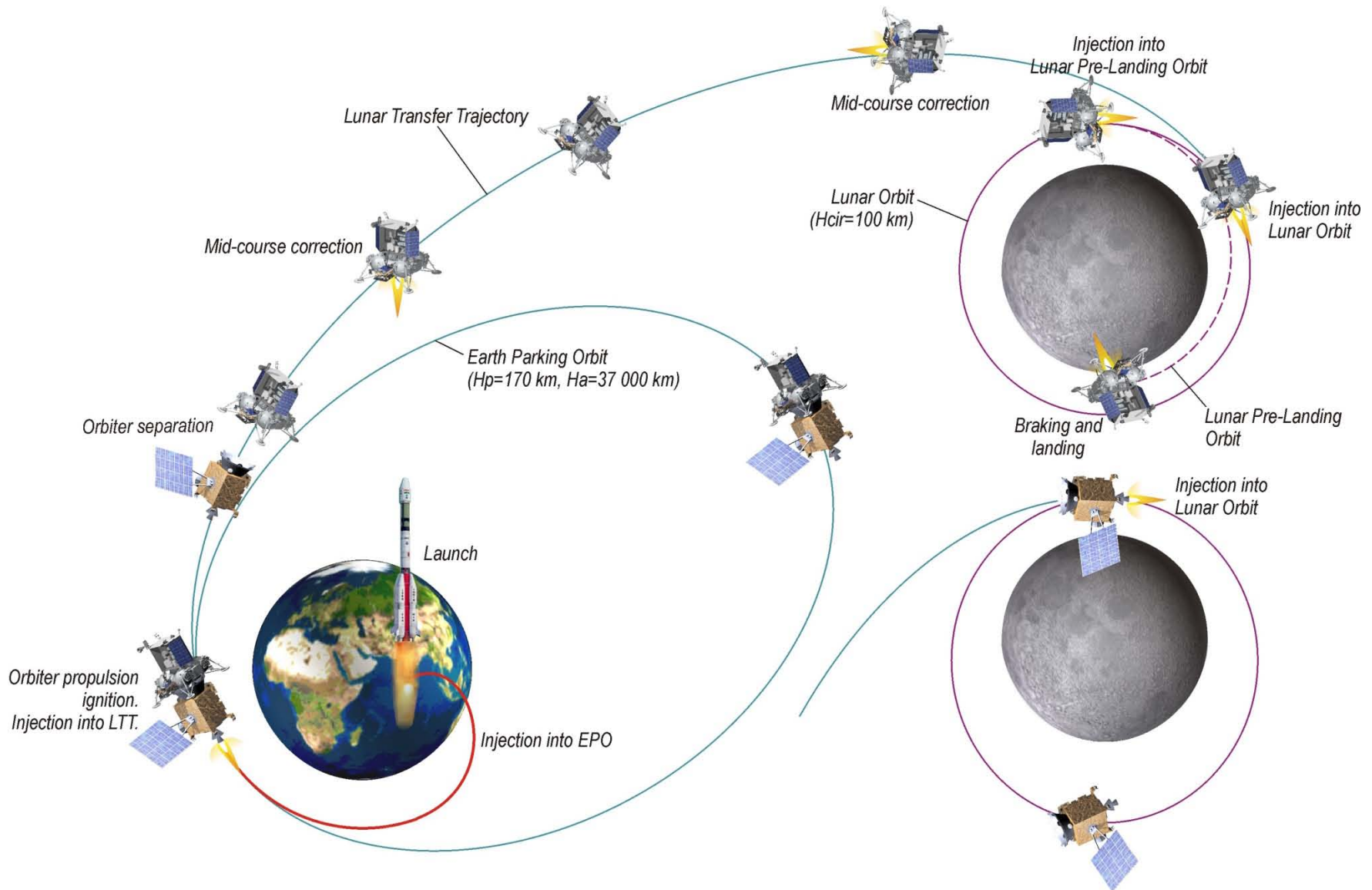
ЛУНА-РЕСУРС / LUNA-RESOURCE



Научная аппаратура / Science payload

Instrument	Measurements/Operations	Mass (kg)	Organization
Radio-Beacon	Radio signal with high stability	1,7	IKI
TV_RPM	TV imaging of nearest field and objects (for Robotic arm aiming too)	0,5	IKI
LIS	IR spectra of minerals	1,0	IKI
Analytic complex	Analysis of volatiles content and isotopic ratios	10,4	IKI + U.of Bern, (Switzerland)
LASMA	Laser mass-spectrometer	2,8	IKI + U.of Bern, (Switzerland)
TV-Spectrometer	UV and optical imaging of minerals with UV excitation	0,5	IKI
ADRON	Active neutron and gamma-ray analysis of regolith composition	6,7	IKI
RAT	Radio measurements of temperature of subsurface regolith	0,5	IKI
PML	Measurements of dust	1,5	IKI
SEISMO	Measurements of seismic activity	1,0	IFZ
ARIES (<u>LR only</u>)	Measurements of plasma and neutrals	2,2	IKI
TERMO (<u>LG only</u>)	Direct measurements of thermal properties of regolith	0,4	GEOKHI
LINA (<u>LG only</u>)	Measurements of plasma and neutrals	3,8	IKI + IFR (Sweden)
TV-panorama camera TV stereo camera	TV imaging of panoramas and area near Lander (rover and Robotic arm)	-	IKI
Retro reflector	Moon libration and ranging	-	NPO SPP

Сценарий миссии / Mission' scenario



Основные этапы / Main stages

- 1. Перелет до Луны и посадка.**
- 2. Этап диагностирования и тестирования аппаратуры после посадки.**
- 3. Выполнение задач для обеспечения минимального успеха миссии.**
- 4. Переход к ночи и работа на закате.**
- 5. Этап диагностирования и тестирования аппаратуры после ночи.**
- 6. Штатная работа в течение основного срока миссии.**
- 7. Штатная работа в течение дополнительного срока миссии.**
- 8. Завершение миссии.**

1. Перелет до Луны и посадка / Flight to Moon and landing

Цель – проверка приборов после запуска, измерение фоновых условий, доп. тесты

1. Перелет до Луны.
 1. Адрон
 2. РАТ -?
 3. ПМЛ -?
 4. Кто ещё -?
2. Посадка (никакие приборы НА не работают, кроме ТВ !).

2. Диагностирование аппаратуры после посадки / After landing commissioning

Цель – проверка приборов после посадки, уточнение параметров приборов $P=[Вт]$, $I=[Мб]$, $T=[°C]$ для планирования работы

1. Служебные системы + зарядка АБ
2. ТВ-панорамное и ТВ-стерео
3. Минирöver (на Л-Р)
4. Манипулятор (+ буровая на Л-Г)
5. БУНИ
6. Остальные приборы в зависимости от энергетики.

3. Обеспечение минимального успеха миссии / Minimal success of mission

Цель – проведение минимального набора измерений для подтверждения правильности научных и технических решений, полноты наземных отработок и надёжности

1. ТВ панорама и ТВ стереосъемка окрестностей (1 раз).
2. Запуск миниробота (для Л-Р)
3. Выбор и съемка приборами ТВРПМ и ЛИС места тестового полигона.
4. Раскоп места тестового полигона и съемка траншеи приборами ТВРПМ и ЛИС.
5. Проведение аналитическими приборами 2-х анализов образцов реголита доставленных манипулятором из мест вне тестового полигона.
6. Повторная съемка приборами ТВРПМ и ЛИС траншеи тестового полигона при Т~(Закат-N суток).
7. Работа мониторирующих приборов до Т~(Закат-N суток).

REM 1: Т~(Закат-N суток) зависит от места посадки и требуемой для работы на закате энергетики (и возможно и для обеспечения выживания ЛКМ и приборов на нём)! N → 1

4. Переход к ночи и работа на закате / Preparation to night and operation on sunset

**Цель – обеспечение максимально надежного перехода КА в
ночной режим, проведение измерений на закате и после
захода солнца**

1. Остановка работы НА для Т~ (Закат-N суток)
2. Зарядка АБ до 100%
3. Включение БУНИ
4. Включение приборов ПмЛ, АРИЕС, РАТ, ТВ-КС, СЕЙСМО (+ТЕРМО(ЛГ) ?)
5. Измерения в течение Y часов
6. Передача данных в БУНИ и в через БРК на Землю
7. Выключение приборов НА
8. Выключение БУНИ

РЕМ 1: Т~ (Закат-N суток) зависит от места посадки и требуемой для работы на закате энергетики (и возможно и для обеспечения выживания ЛКМ и приборов на нём)! N → 1

РЕМ 2: Y часов зависит от энергетики!

5. Диагностирование аппаратуры после ночи / After night commissioning

Цель – проверка приборов после ночи, уточнение параметров приборов $P=[Вт]$, $I=[Мб]$, $T=[°C]$ для планирования работы

1. Зарядка АБ + Проверка служебных систем
2. Тесты Манипулятора (+ буровая на ЛГ)
3. Тесты ТВ-панорамного и ТВ-стерео
4. Тесты БУНИ
5. Включение остальных приборов в зависимости от энергетики.

6. и 7. Штатная работа / Operation

Цель – проведение максимально возможного технически и научно обоснованного набора измерений

1. Выход из ночи по отработанной циклограмме.
2. ТВ панорама и ТВ стереосъемка окрестностей (Z раз).
3. Регулярная съемка тестового полигона приборами ТВРПМ и ЛИС.
4. Съемка приборами ТВРПМ и ЛИС окрестностей КА (Q раз).
5. Проведение аналитическими приборами анализов образцов реголита доставляемых манипулятором (и бурильной установкой на ЛГ).
6. Работа мониторирующих приборов до T~ (Закат-N суток).
7. Уход в ночь по отработанной циклограмме (см. п.4).

8. Завершение миссии / Close of mission

Цель – технически и научно обоснованное прекращение работы и переход в режим «маяка» для будущих миссий

1. Выключение приборов НА.
2. Переключение прибора «Радиомаяк» в режим работы от РИТЭГ.
3. Выключение БУНИ.
4. Выключение систем КА.

Задачи / Tasks

- 1. Формирование базового набора циклограмм работы приборов НА.**
- 2. Создание софта для оценки световых условий и радиовидимости в местах посадки (условное название – ПО «Луна-Обстановка»).**
- 3. Создание софта для полуавтоматического планирования работы на Луне (условное название – ПО «Луна-Циклограмма»).**
- 4. Создание НКУ + ПО «Луна-Обстановка» + ПО «Луна-Циклограмма».**
- 5. Создание ННК: канал передачи данных + база данных КЭ и проекта.**
- 6. Работы на КСНА, ННК и НКУ: отработка ПО «Луна-Циклограмма», имитация работы на Луне с помощью псевдо-данных и псевдо-ТМ, отработка циклограмм, анализ и отработка возможных нештатных ситуаций.**