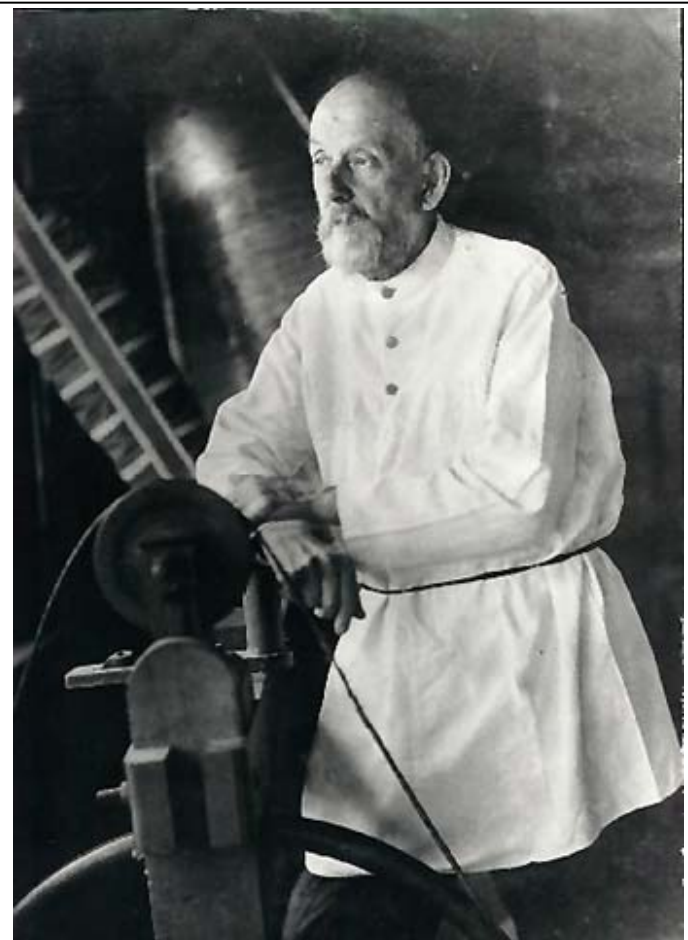
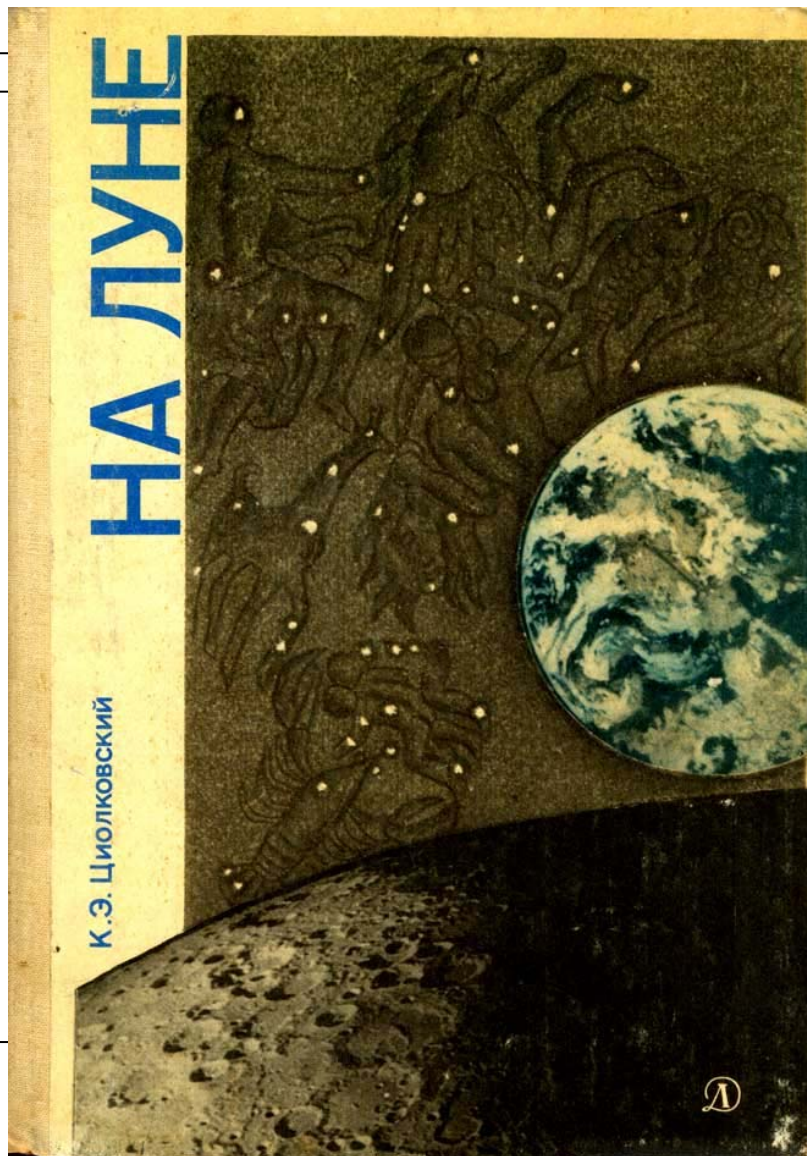
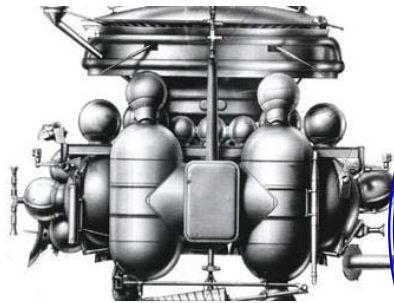


КОНЦЕПЦИЯ
Российских роботизированных
Миссий к Луне

HISTORY



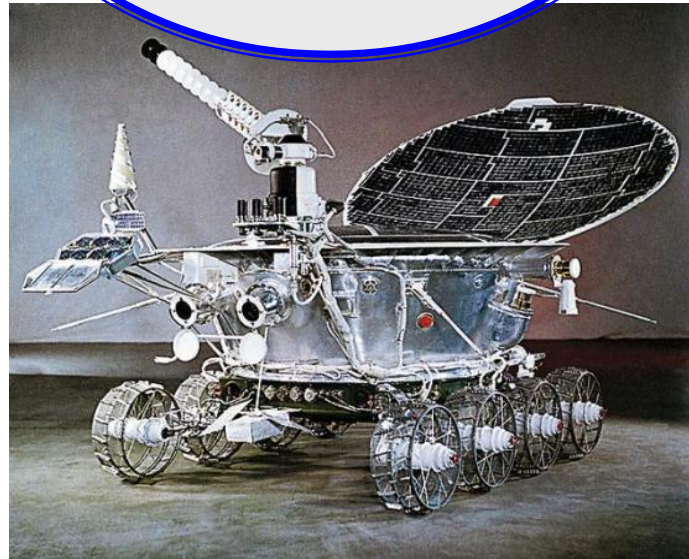


Луна 22



Луна 16, 20 и 24

**Российская
лунная программа основана
на заделах советской и
российской
космонавтики**



Луноход 1 и 2



Фобос-Грунт

The Soviet Lunar program achieved a number of notable lunar "firsts":

- ✓ **first probe to impact the Moon**
- ✓ **first flyby and image of the lunar farside**
- ✓ **first soft landing**
- ✓ **first lunar orbiter**
- ✓ **first circumlunar probe to return to Earth**
- ✓ **first automatic return of lunar samples**
- ✓ **first lunar rover**

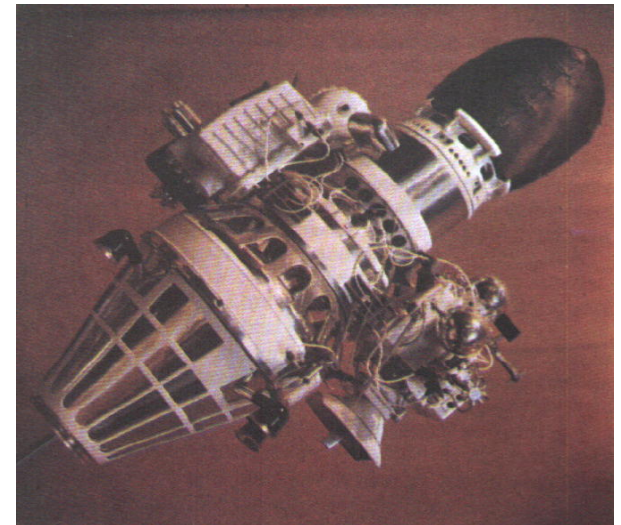
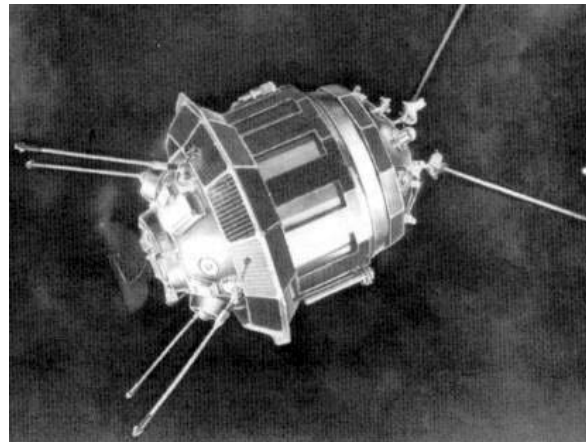
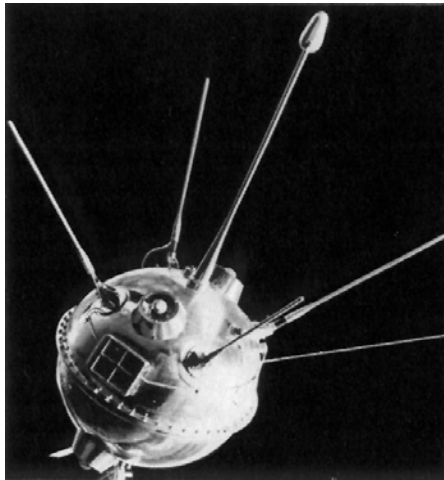
The two successful series of Soviet probes were

the **Luna** (24 lunar missions)

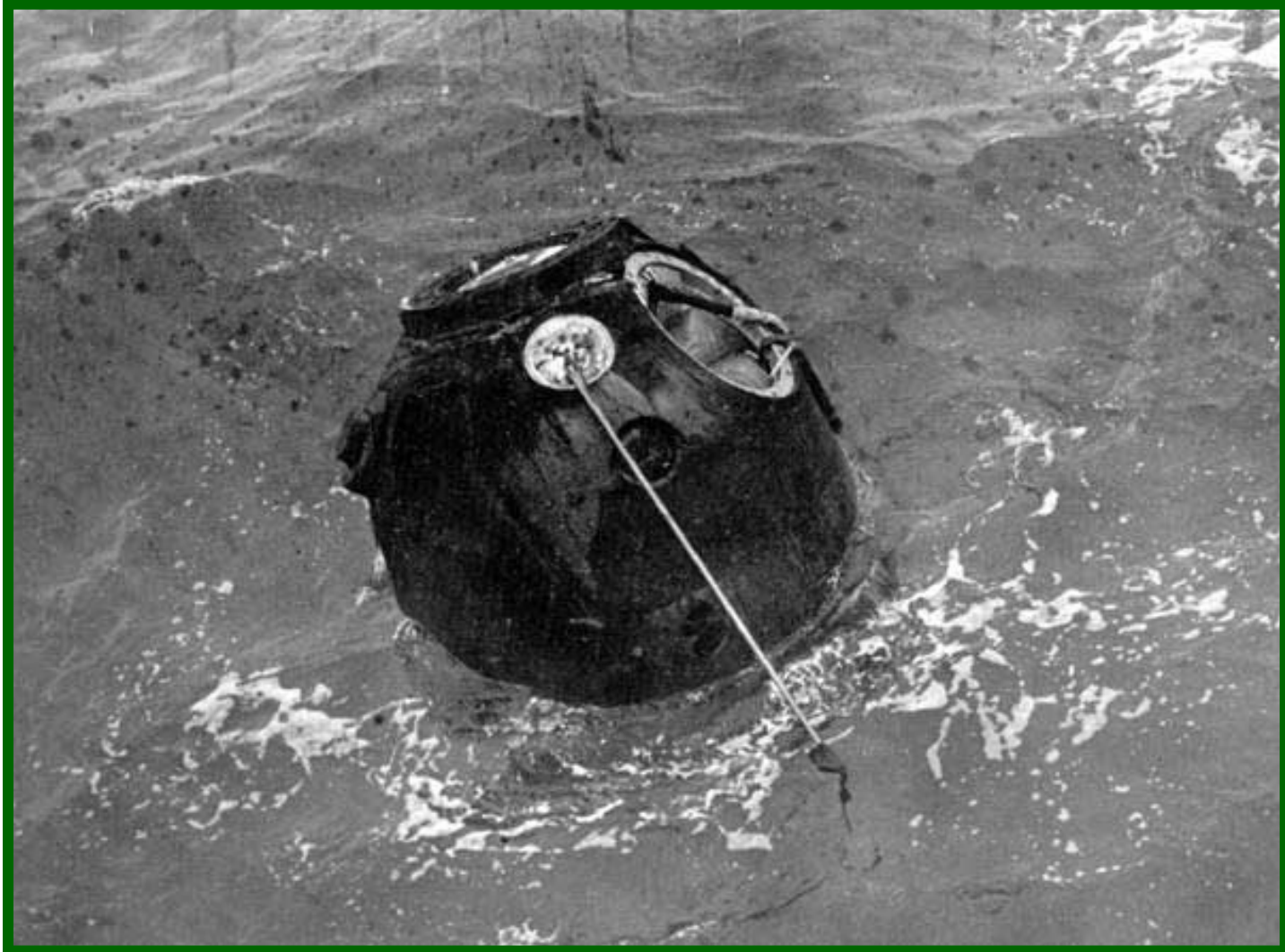
and the **Zond** (5 lunar missions).

Lunar flyby missions Zond 3, 5, 6, 7, 8 were test flights for manned mission.

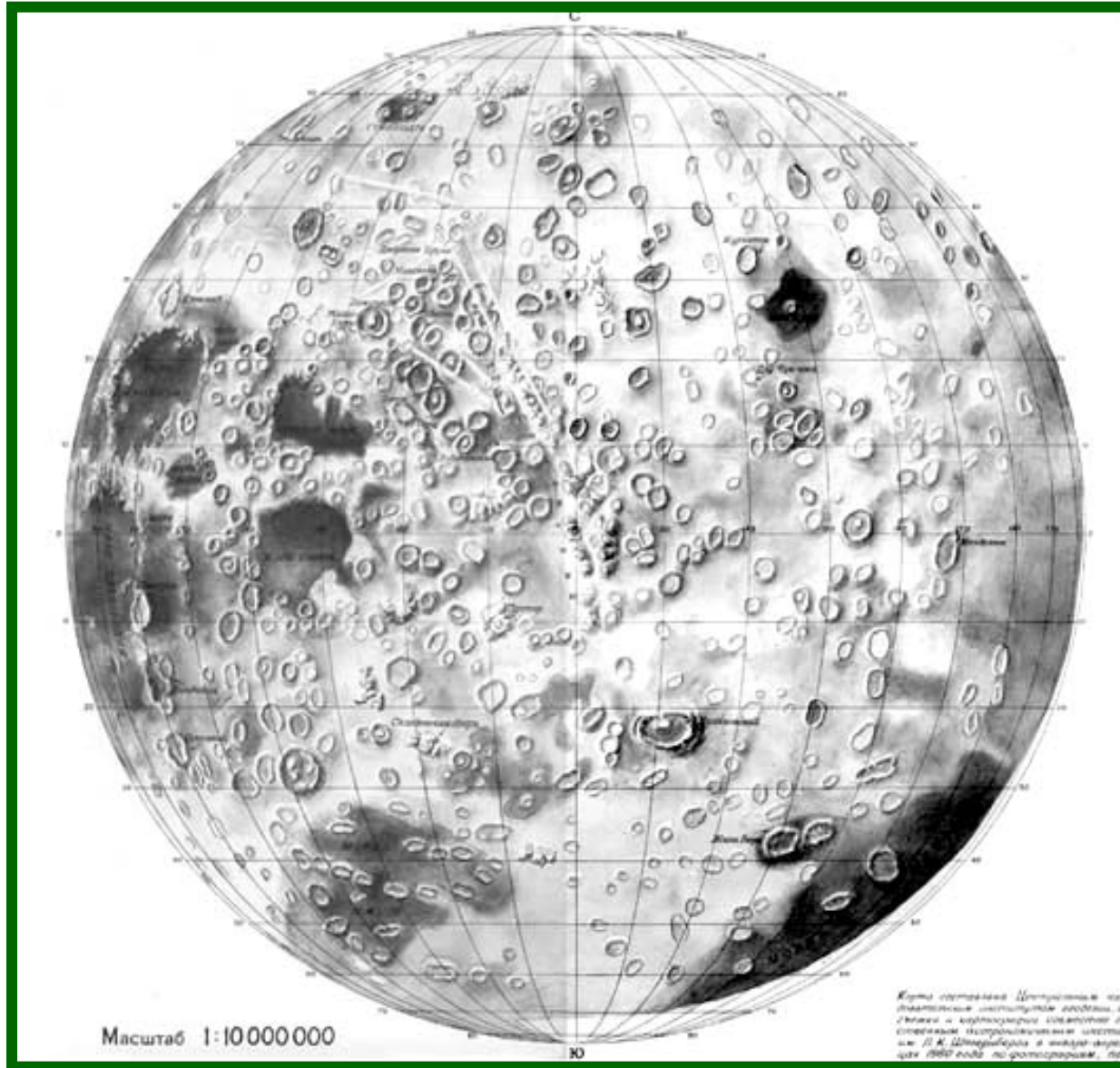
The Zond 5, 6, 7, 8 missions circled the Moon and returned to Earth where they were recovered.



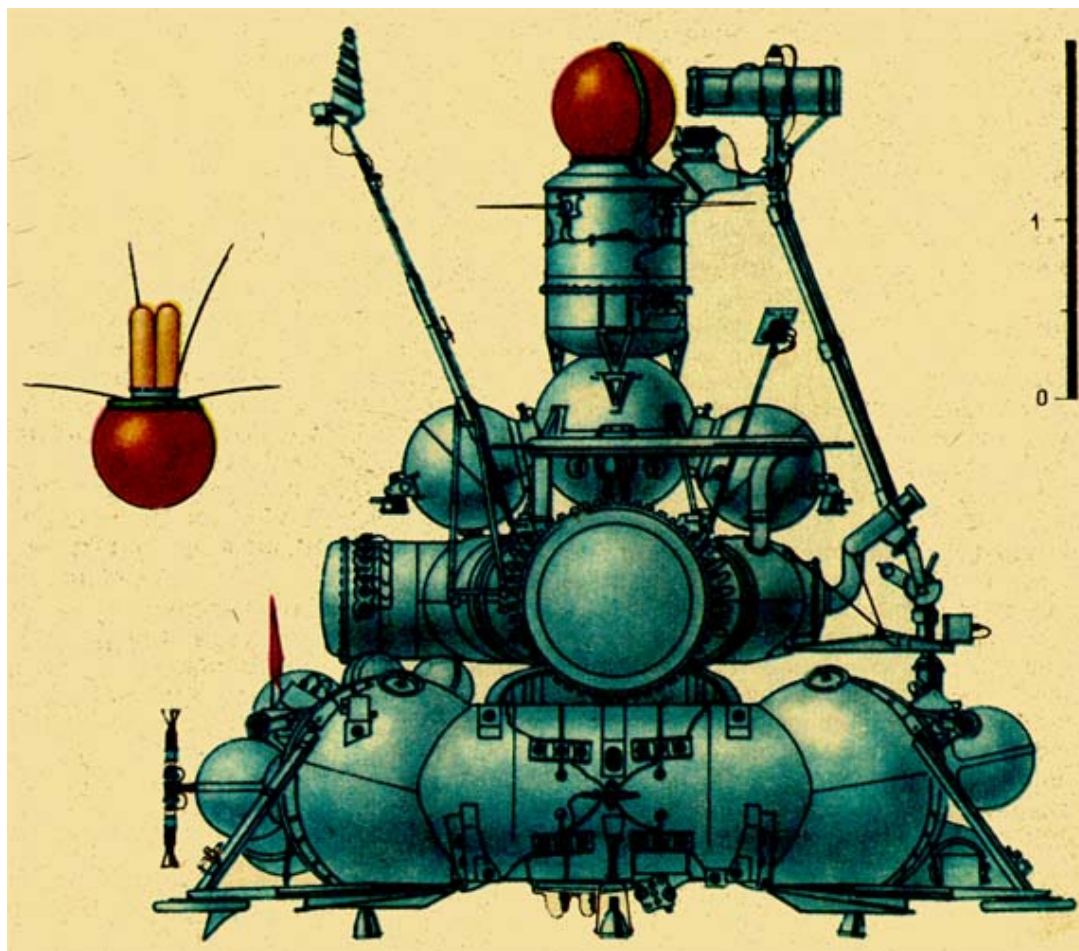
Zond 5



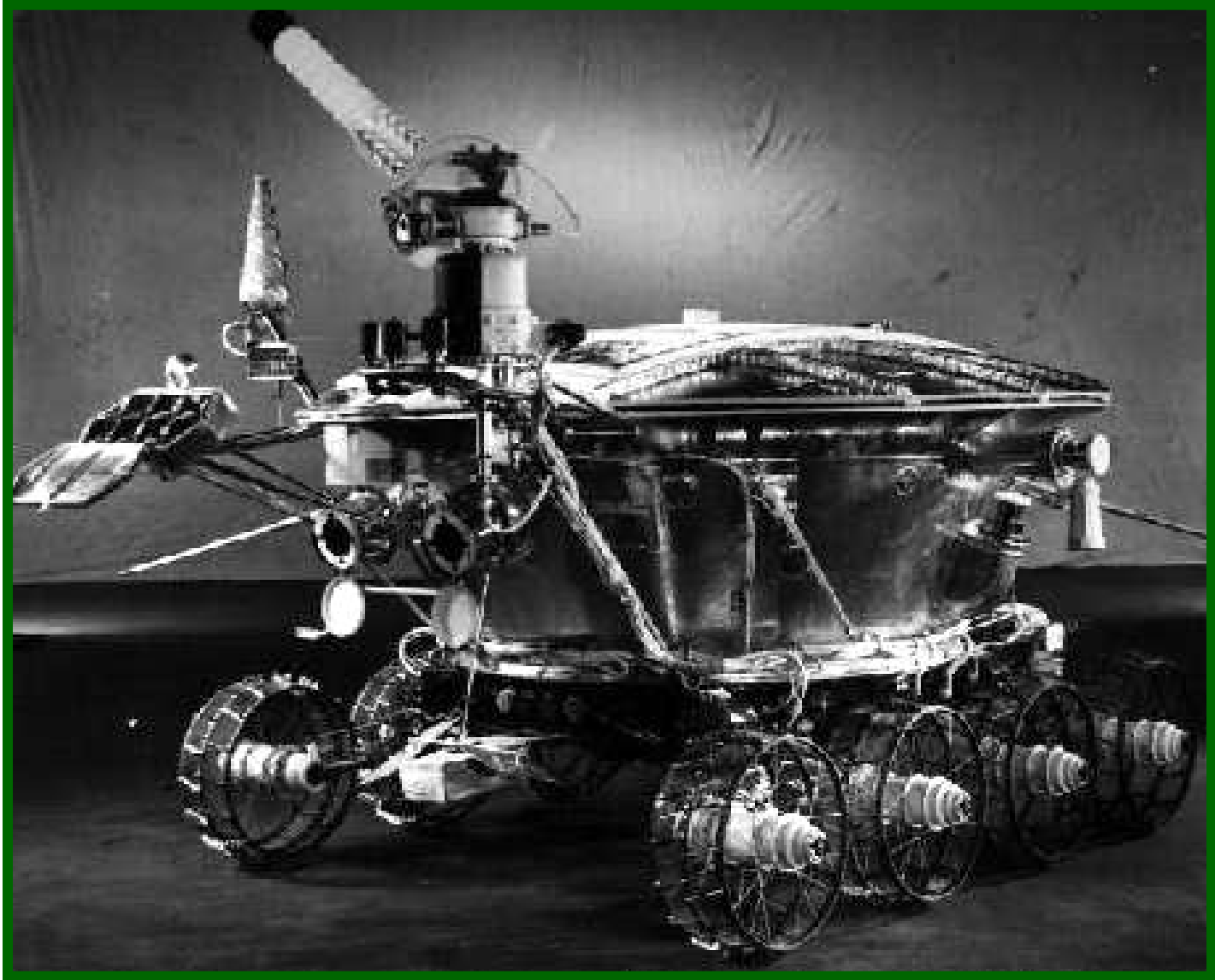
Map of the reverse side of the Moon



Luna 16



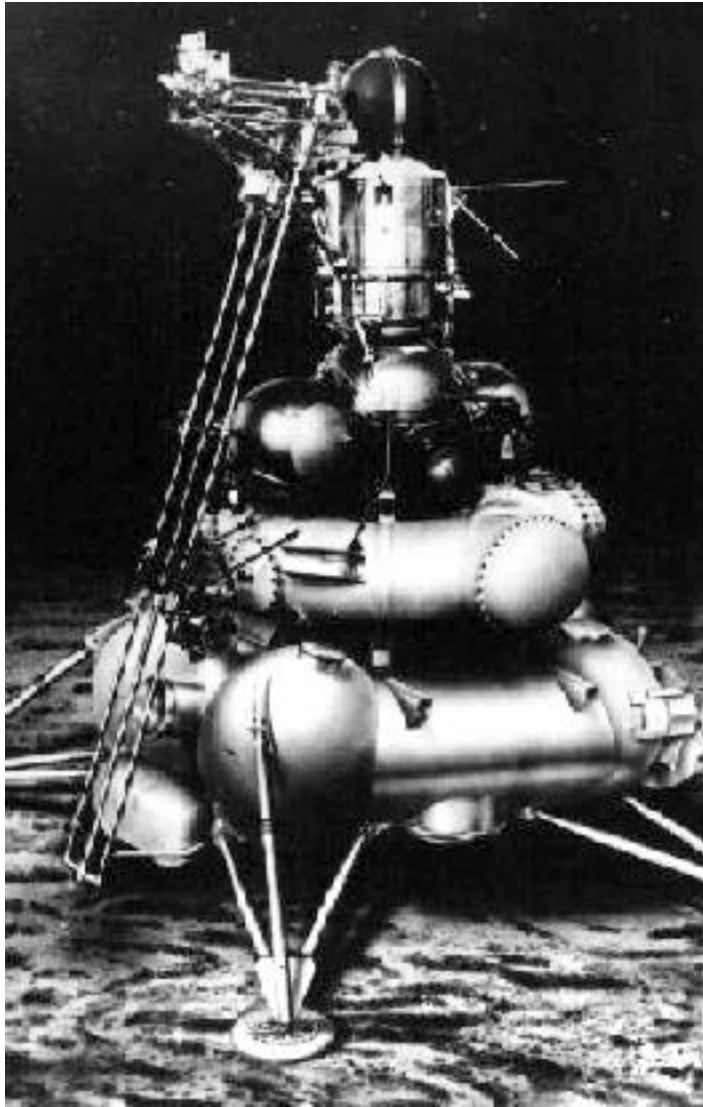
Luna 17



Luna 20



Luna 24



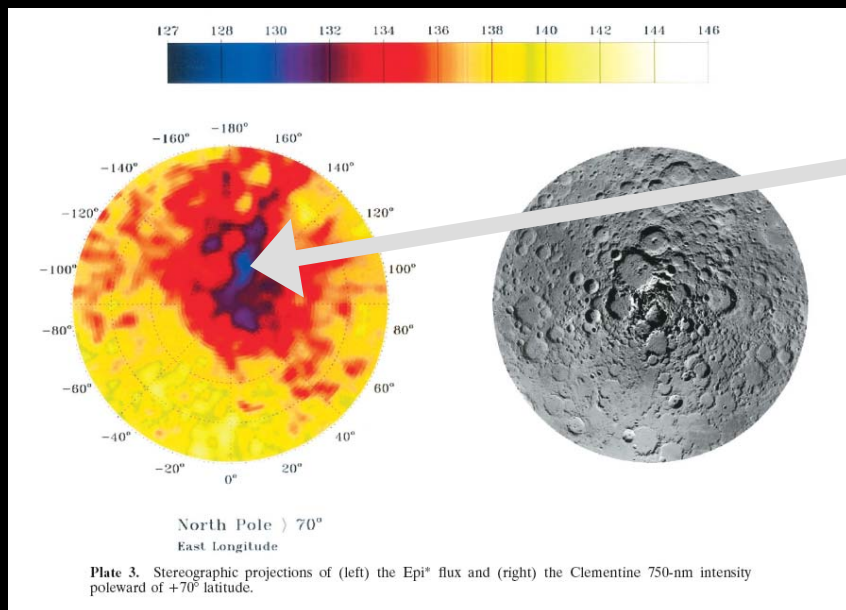
Luna 16, 20, 24

Lunokhod 3

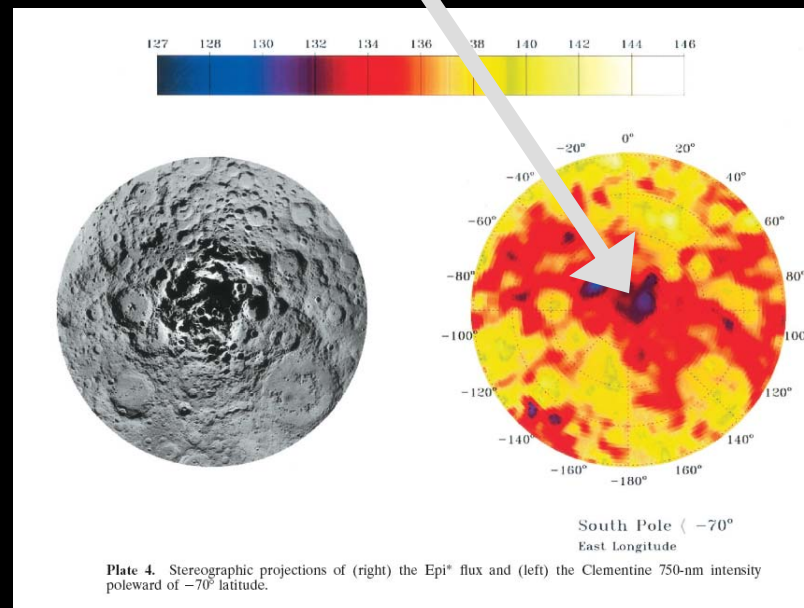
Luna 24 was the last mission in “Luna” series. Moreover it was the last man made body landed on the Moon. **Another Lunokhod (8E-L #205) was ready to fly in 1977.** TV system was improved for this new rover – it was stereoscopic and mounted on a rotating platform. **The spacecraft was equipped with scientific instruments, passed all integration procedures and tests.** However, at this time the interest to lunar program was lost. Priority was given to martian soil sample return which was not realized in XX century. Lunokhod 3 remained on the Earth in the museum of Lavochkin NPO.



Поиски летучих веществ & водяного льда



Feldman et al., 2001,
Lunar Prospector mission



Water ice remnants?

ПОЛЯРНЫЕ

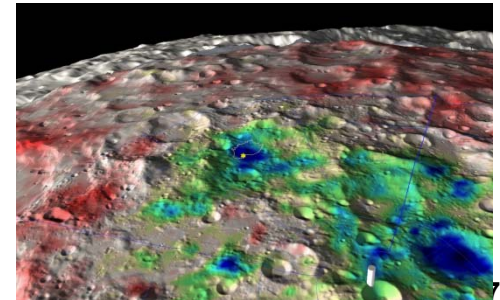
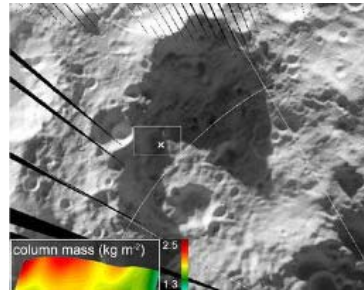
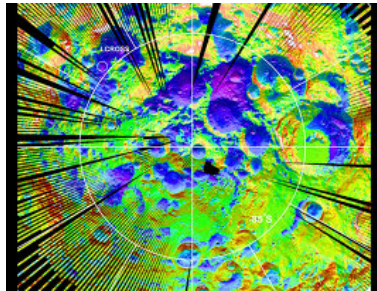
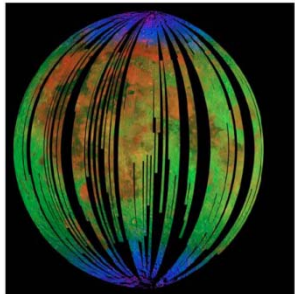
ОБЛАСТИ

ЛУНЫ

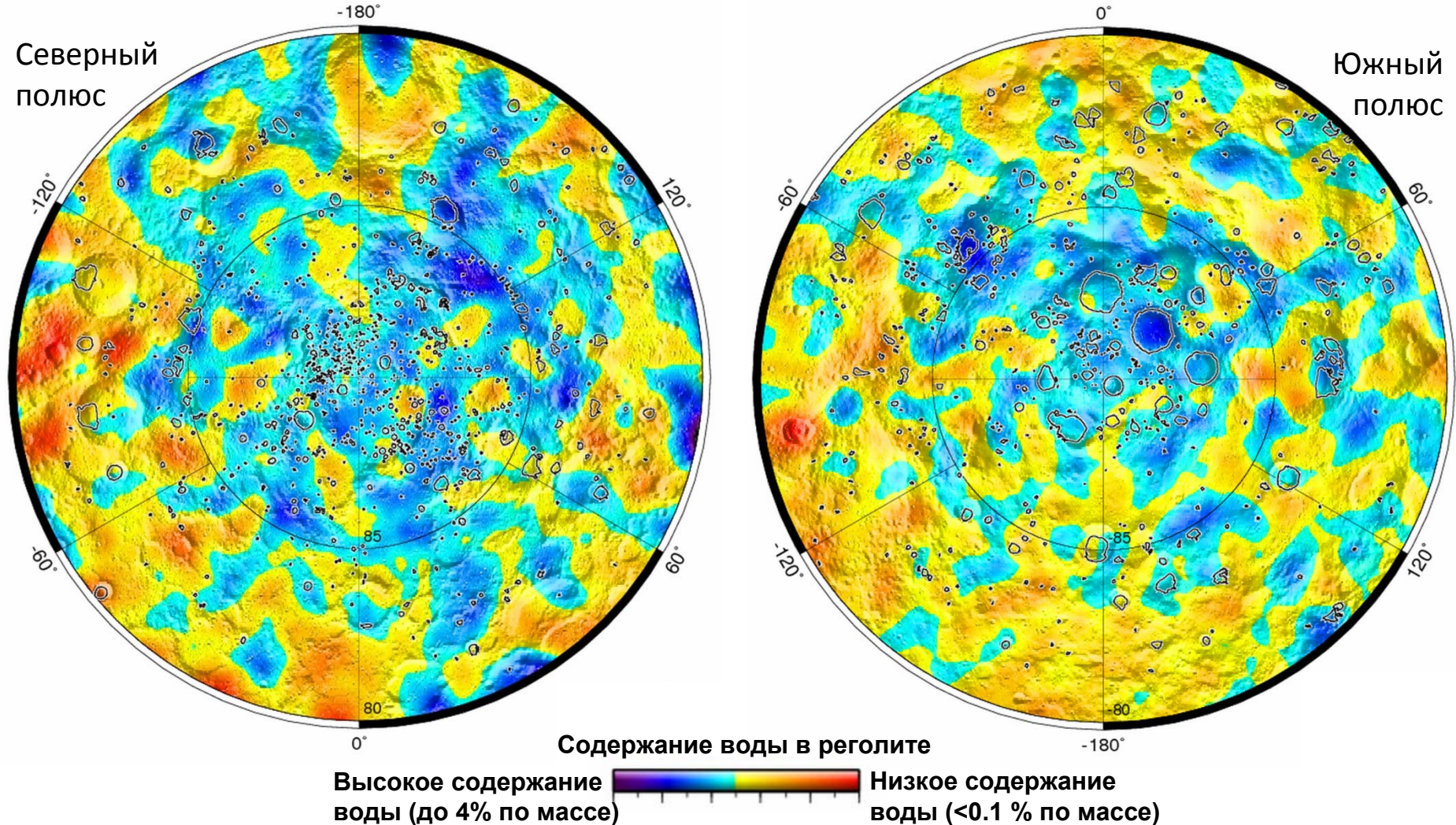
На рубеже 20-21 веков исследователи США, Европы и Японии обнаружили, что на лунных полюсах природная среда принципиально отличается от ранее исследованных районов на средних широтах



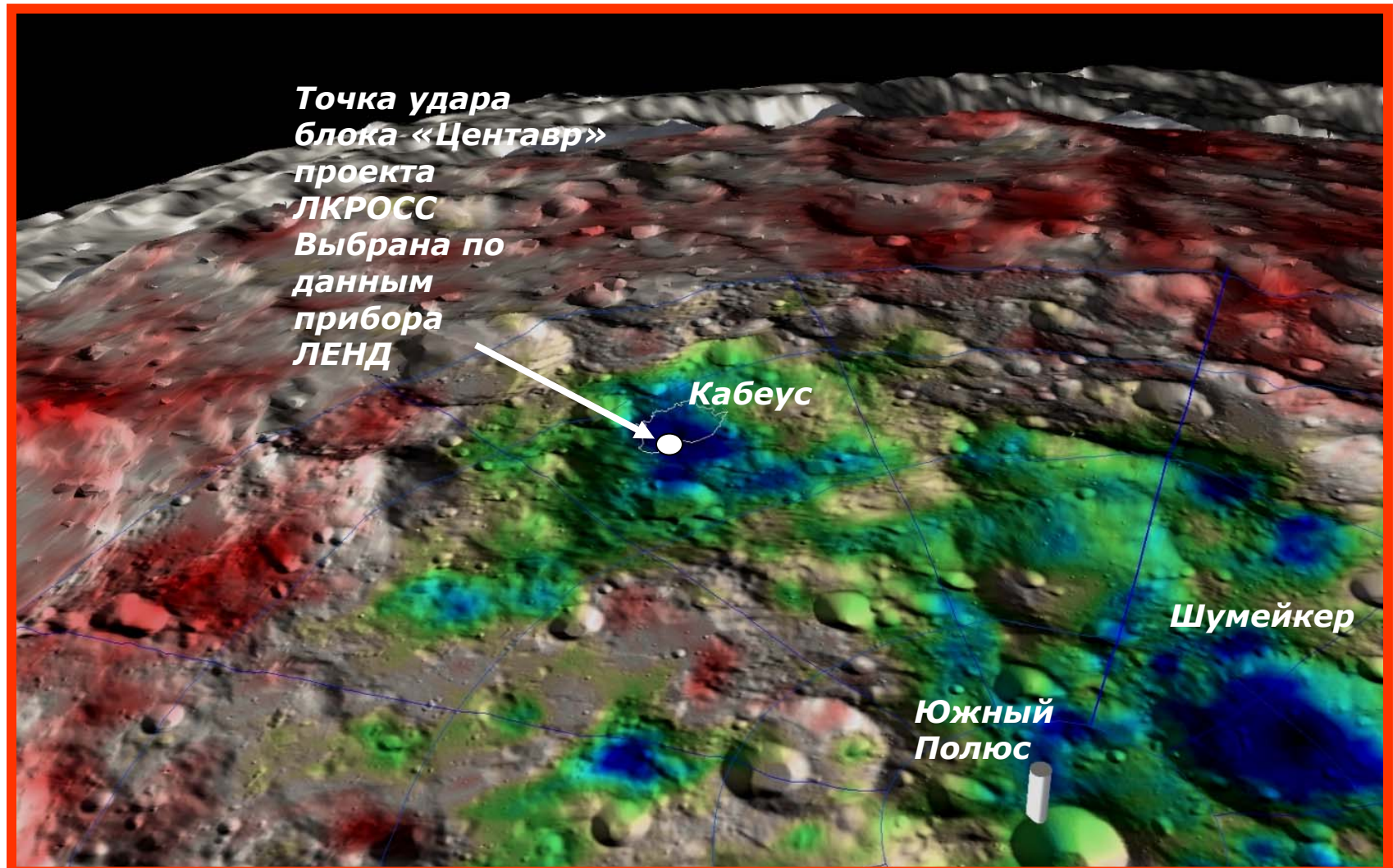
**Исследователям открылась
«НОВАЯ ЛУНА»**



«НОВАЯ ЛУНА 21-го ВЕКА»: СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ПОЛЯРНЫХ РАЙОНАХ ЛУНЫ
(по данным российского прибора ЛЕНД на борту спутника НАСА ЛРО)



**«НОВАЯ ЛУНА 21-го ВЕКА»: СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В РЕГОЛИТЕ
КРАТЕРА КАБЕУС СОСТАВИЛО ОКОЛО 4 %**



**КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ ПРИВЕЛИ К
КОНЦЕПЦИИ «НОВОЙ ЛУНЫ 21-ГО ВЕКА»**

- (1) Оказалось, что природные условия в полярных районах на Луне выше 70° СШ и ЮШ существенно отличаются от условий в районах на умеренных широтах, которые были исследованы отечественными «Лунами» и «Луноходами» и также американскими астронавтами в полетах по программе «Аполлон».
- (2) В полярном реголите обнаружено **высокое содержание воды (вероятно, в форме водяного льда) и также других летучих соединений** (напр. сероводород H_2S , аммиак NH_3 , сернистый газ SO_2 , этилен C_2H_4 , углекислый газ CO_2 , и др.), которые были доставлены на Луну кометами или астероидами, или вышли на поверхность из лунных недр.
- (3) В окрестности южного полюса находится огромный ударный кратер Эйткин, вещество поверхности которого было вынесено из лунных недр и вероятно содержит практически **все многообразие элементов таблицы Менделеева**.
- (4) В окрестности полюсов обнаружены районы, в которых **лунный полярный день составляет >70% полного времени лунных суток**. Среди них есть уникальные районы, в которых Солнце практически никогда не заходит. Такие районы представляются идеальными для размещения обитаемой лунной базы.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ



Задача 1: Исследование состава вещества и физических процессов На лунных полюсах

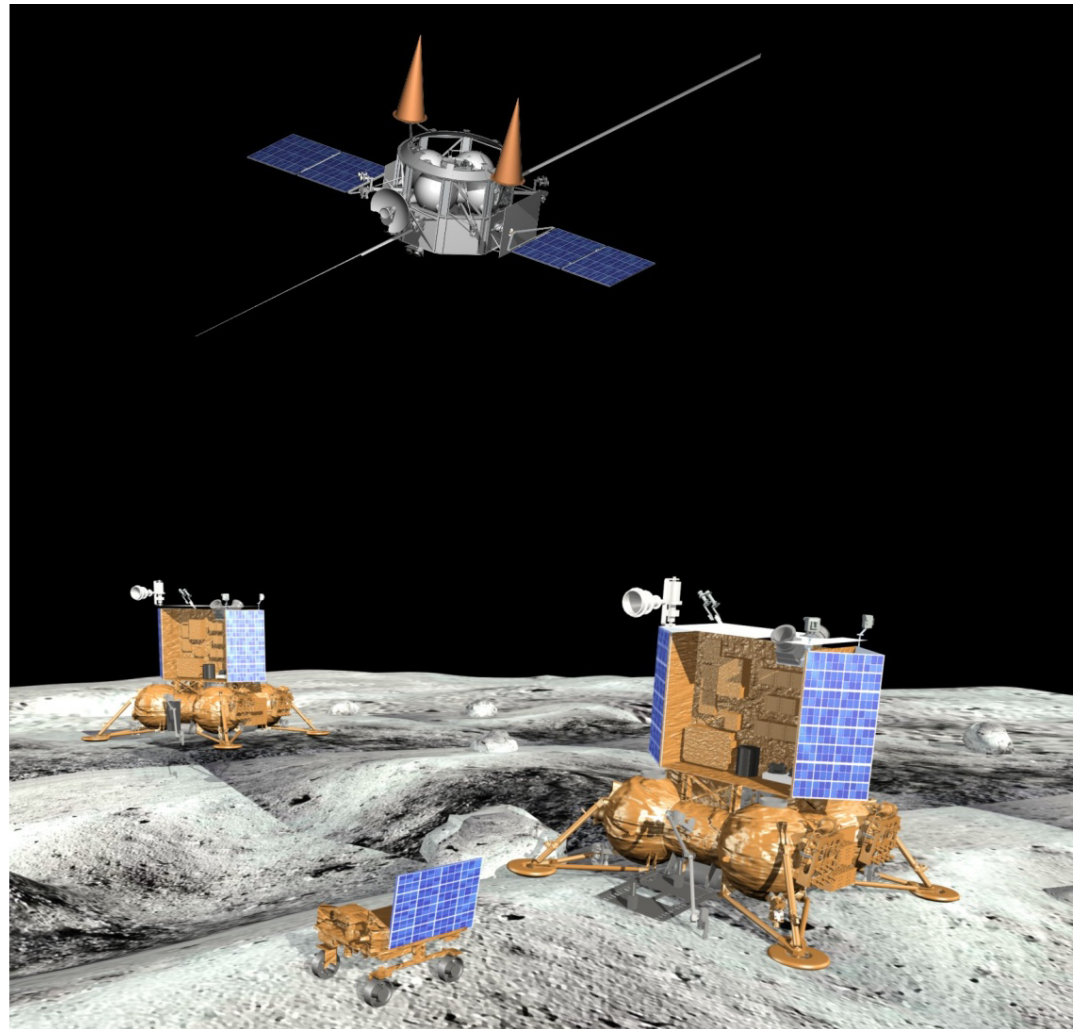
Задача 2: Исследование процессов взаимодействия космической плазмы с поверхностью и свойств экзосферы на лунных полюсах

Задача 3: Исследование внутреннего строения Луны методами глобальной сейсмометрии

Задача 4: Исследование космических лучей сверхвысоких энергий

ОРБИТАЛЬНЫЕ
МИССИИ:

Луна-Глоб



Лунный орбитальный аппарат: *научные задачи*

Поверхность Луны, процессы на поверхности, строение приповерхностных слоев

Окололунное пространство, лунная среда, физические поля

Задачи прикладного характера (поиск водородосодержащих пород, эффекты космической погоды, обеспечение посадочных аппаратов), решаемые наряду с научными.

Научные задачи, не относящиеся непосредственно к Луне, но представляющие интерес с точки зрения фундаментальных космических исследований (астрофизика).

Лунный орбитальный аппарат: научные задачи

Поверхность Луны, процессы на поверхности, строение приповерхностных слоев

- Слоистая структура подповерхностных пород на глубину до нескольких километров
- Топография лунной поверхности
- Локализация вечно-освещенных и вечно-затененных районов в окрестности полюсов Луны
- Природа и происхождение магнитных аномалий
- Природа и происхождение тепловых аномалий
- Поиск водородосодержащих пород (водяного льда) на поверхности, природа предполагаемых их отложений

Состав научных приборов орбитального аппарата «Луна-Глоб»

№	Прибор	Задача	Организация	Масса (кг)
1.	РЛК-Л	Радар для исследования <u>подповерхностных</u> слоев Луны	ФИРЭ РАН (Смирнов В.Н.)	25
2.	ПКД	Приемник <u>K_α</u> диапазона; совместный с посадочным аппаратом эксперимент для исследования особенностей гравитационного поля Луны	ИКИ РАН (Косов А.С.)	2
3.	ЛГНС	Лунный Гамма и Нейтронный Спектрометр для исследования водородосодержащих пород (водяной лед)	ИКИ РАН (Митрофанов И.Г., Козырев А.С.)	8
4.	МСУ*	ТВ эксперимент для картирования отдельных участков поверхности Луны, топографические привязки орбитальных измерений	ИКИ РАН (Полынский И.В.)	4
5.	ЛУМИС	Картирование лунной поверхности в интервале длин волн 1,4 – 3,6 мкм, обнаружение гидратации минералов (область 3 мкм).	ИКИ РАН (Григорьев А.В.)	5
6.	ЛУРТИС**	Исследование минерального состава поверхности Луны посредством измерения спектров в интервале длин волн 7 – 14 мкм с высоким пространственным и спектральным разрешением.	ГЕРМАНИЯ (Институт планетологии, Мюнстер, Д-р <u>У.Хайсенгер</u>)	5
7.	МЕТЕОР-Л	Исследование пылевых частиц и <u>микрометеороидов</u> .	ГЕОХИ РАН (Высочин В.А.)	3

8.	ЛИНА-О***	Исследование потоков нейтралов и частиц плазмы.	ИКИ РАН (Вайсберг Д.Л.) ШВЕЦИЯ (Институт Космической физики, С.Еварабиц)	8
9.	ЛЕМИ	Мониторинг электромагнитных излучений	УКРАИНА (ИКИ НАНУ/НКАУ, Львовский Центр, Коретянов В.Е.)	5
10	ЛЭВУС	Исследование экзосферы Луны	ИКИ РАН (Кораблев О.И.)	8
11	БМСВ-ЛГ	Взаимодействие солнечного ветра с Луной	ЧЕХИЯ (Карлов Университет, г.Прага, 3.Нелочек)	4
12	ЛПМС-ЛГ	Измерения <u>квазипостоянного</u> магнитного поля вблизи Луны: изучение взаимодействие солнечного ветра с Луной, внутреннее строение Луны (размер ядра)	ИКИ РАН (Скальский А.А.)	4
13	АСПЕКТ-Л	Мониторинг энергичных ионов и электронов	ИКИ РАН (Целухович А.А.)	3
14	ЛОРД	Регистрация частиц сверхвысоких энергий при их взаимодействии с Луной (Луна как мишень)	ФИАН РАН (Рябов В.А)	31
15	ССРНИ2	Система сбора информации и управления научными приборами перелетного модуля	ИКИ РАН (Чулков ИВ.)	5
			ВСЕГО	120

РЛК-Л

Радар подповерхностного зондирования



Научная задача

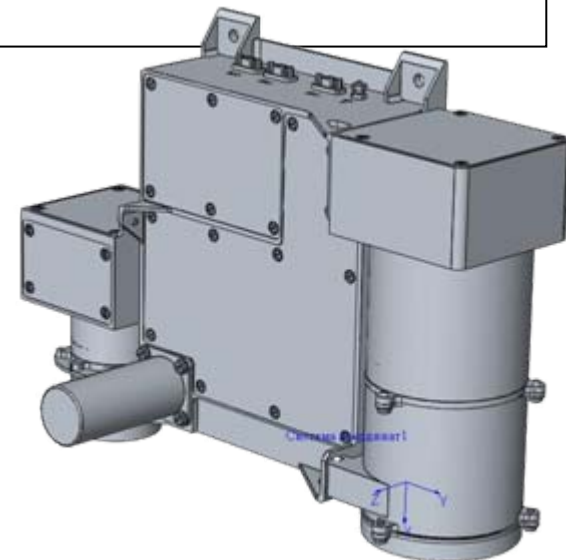
Исследование структуры поверхности и подповерхностных слоев (диапазоны 20 и 200мГц)

- Состав: 4 блока - антенны А-20 и А-200; блоки электроники БЭ-20 и БЭ-200
- Масса: не более 25,0 кг
- Энергопотребление: не более 40,0 Вт.
- Информативность прибора: не более 20 мбит за 30мин
 - Габаритные размеры (мм):
А-20 и А-200 - 650х600х300 и 1000х300х500;
БЭ-20 и БЭ-200 – 235х200х50

- **Изготовитель- ФИРЭ РАН**

Гамма-спектрометр ЛГНС

- **Научные задачи**
Исследование
распределения
водородосодержащих пород
на Луне (водяной лед)



- Состав: **моноблок**
- Масса: не **11.0 кг**
- Энергопотребление: не более **15 Вт.**
- **Изготовитель – ИКИ РАН**

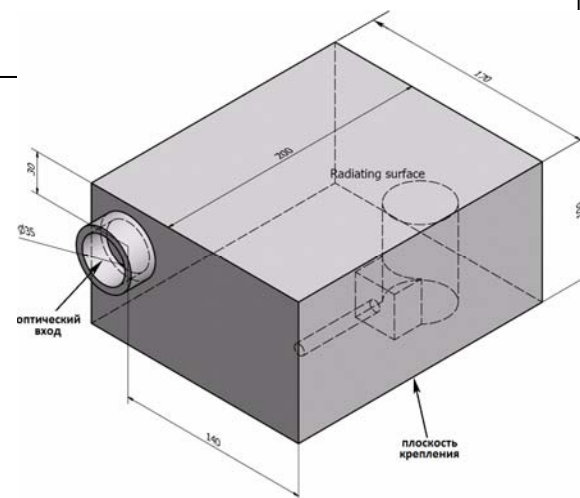
Спектрометр ЛУМИС

Научная задача

Минералогическое картирование лунной поверхности в интервале длин волн 1,4 – 3,6 мкм, обнаружение гидратации минералов (область 3 мкм).

- Состав: **моноблок**
- Масса: не более **5,0 кг**
- Энергопотребление: не более **1,5 Вт**.
- Информативность прибора: **10 кбит/с**
 - Габаритные размеры (мм):
220x206x100

- **Изготовитель – ИКИ РАН**

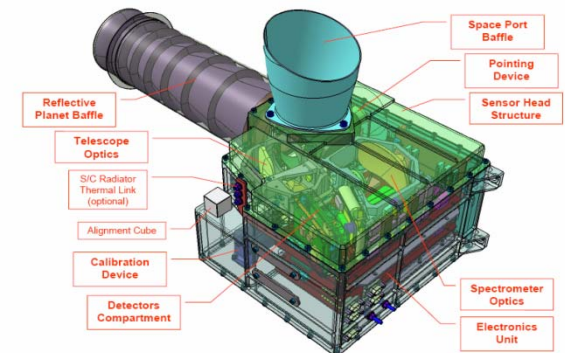


Изображающий спектрометр ЛУРТИС

Научная задача

Информации о минеральном составе поверхности Луны посредством измерения спектров в интервале длин волн 7 – 14 мкм. Радиометрические измерения в спектральном диапазоне 7 – 40 мкм для изучения теплофизических свойств реголита.

- Состав: **моноблок**
- Масса: не более **5,0 кг**
- Энергопотребление: не более **2,3 Вт**.
- Информативность прибора: **10 кбит/с**
 - Габаритные размеры (мм): **181x227x391**
- Изготовитель – **Институт планетологии (г.Мюнстер, Германия)**



ТВ эксперимент МСУ

Научная задача

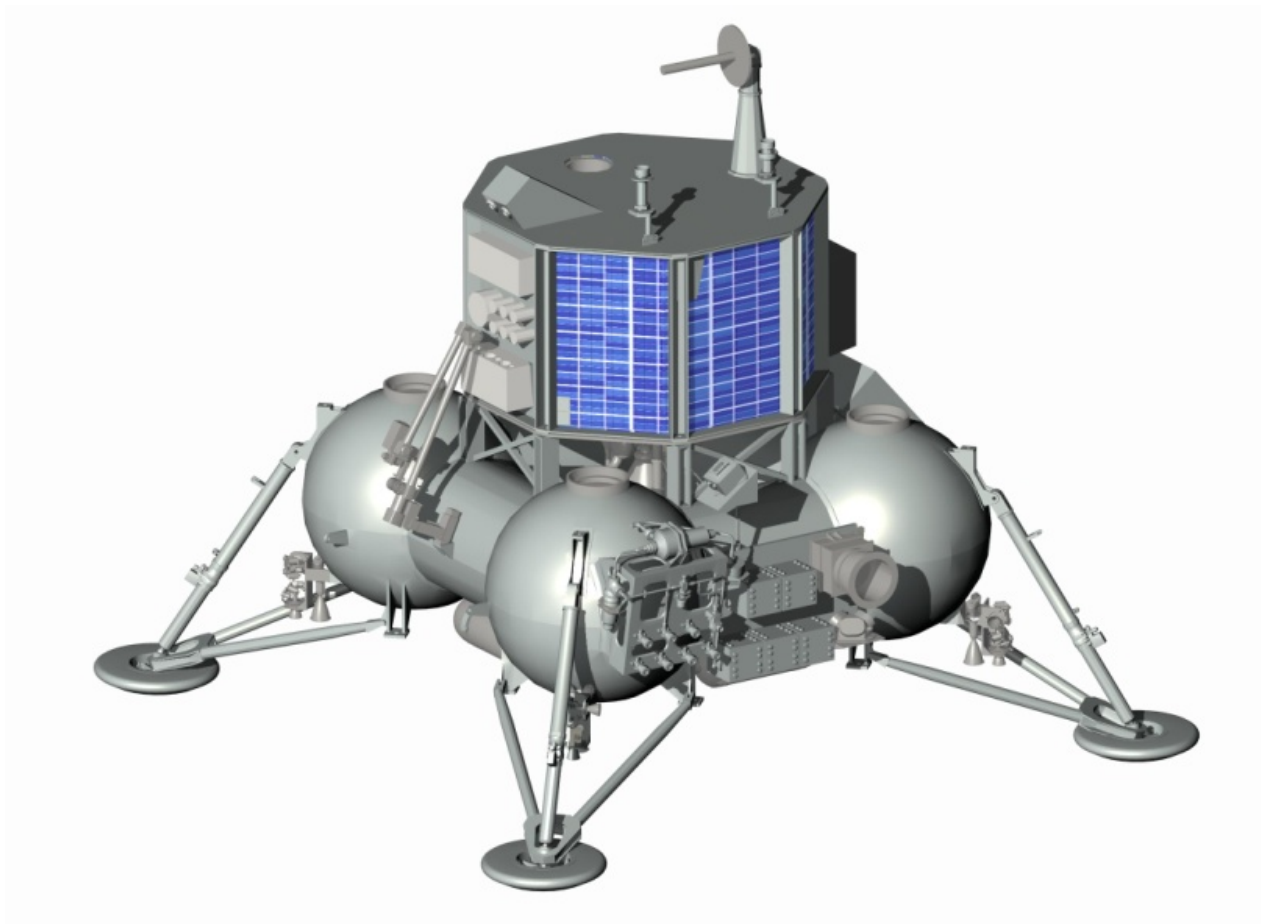
Картирование отдельных участков поверхности Луны (разрешение 1-10м), топографические привязки орбитальных измерений

Прибор может войти в состав служебной аппаратуры

- Состав: **моноблок**
- Масса: не более **4,0 кг**
- Энергопотребление: не более **7 Вт**.
- Информативность прибора: до **90 Мбит/с**
 - Габаритные размеры (мм):
198x210x215
- **Изготовитель – ИКИ РАН**



LUNA GLOB LANDER



WHY LUNAR POLAR REGIONS?

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ ЛУННЫХ ПОЛЮСОВ

Особенности природных условий на лунных полюсах	Использование природных условий на полюсах для освоения и изучения Луны и дальнего космоса
1. На полюсах имеются районы на которых продолжительность лунного дня составляет >70% лунных суток	<p>Лунной космической инфраструктура в этих районах будет иметь благоприятные условия для обеспечения солнечной энергией</p> <p>Автоматическая солнечная обсерватория в этом районе может проводить непрерывные наблюдения за активностью Солнца</p>
2. На полюсах имеются районы с высоким содержанием водорода, воды и других летучих соединений в реголите	<p>Исследование летучих на полюсах Луны позволит выяснить условия образования Солнечной системы и возникновения жизни</p> <p>Водород, вода и другие летучие соединения могут извлекаться из реголита и использоваться для обеспечения лунной космической инфраструктуры (топливо, системы жизнеобеспечения)</p>
3. На полюсах имеются районы с постоянной радиовидимостью с Земли	<p>Лунная космическая инфраструктура в этой районах будет постоянно обеспечена условиями для радио связи с Землей</p> <p>Автоматическая геофизическая обсерватория в этом районе обеспечит непрерывные наблюдения за Землей и околоземным космическим пространством</p>
4. Каждый виток ИСЛ на орбите с наклоном 90° проходит над полюсами	<p>Космические аппараты на лунной полярной орбите могут совершать посадку в полярный район размещения лунной космической инфраструктуры на каждом витке</p>

Концепция проектов Луна-Глоб и Луна-Ресурс

**Проект Луна-Глоб
с орбитальным аппаратом
и полярным посадочным
аппаратом**

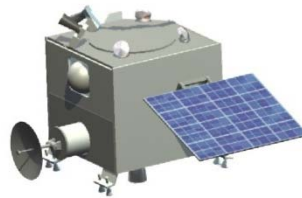
2014



**Бурильная
Установка
(Россия)**

**Проект Луна-Ресурс
с орбитальным аппаратом
(Индия) и полярным
посадочным аппаратом
(Россия)**

2013



**Микро-ровер
(Индия)**

**Научная аппаратура
посадочных аппаратов практически совпадает**

РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРВОЙ СТАДИИ ПРОГРАММЫ ОБЕСПЕЧИТ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ НАРАЩИВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ЛУННОГО ПОЛИГОНА



Орбитер



Посадочная станция

ЛУНА-ГЛОБ
обеспечивает разведку
Луны с орбиты и посадку
в районе северного
полюса



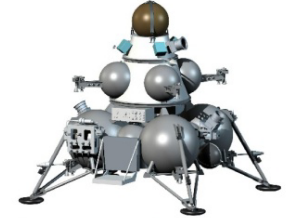
Посадочная станция (Россия)
с минироботом (Индия)

ЛУНА-РЕСУРС 1
обеспечивает посадку в
районе Южного полюса и
исследование ресурсов
в полярном районе



Посадочный аппарат
с луноходом

ЛУНА-РЕСУРС 2.1
обеспечивает доставку
лунохода и сбор образцов
для возврата на Землю



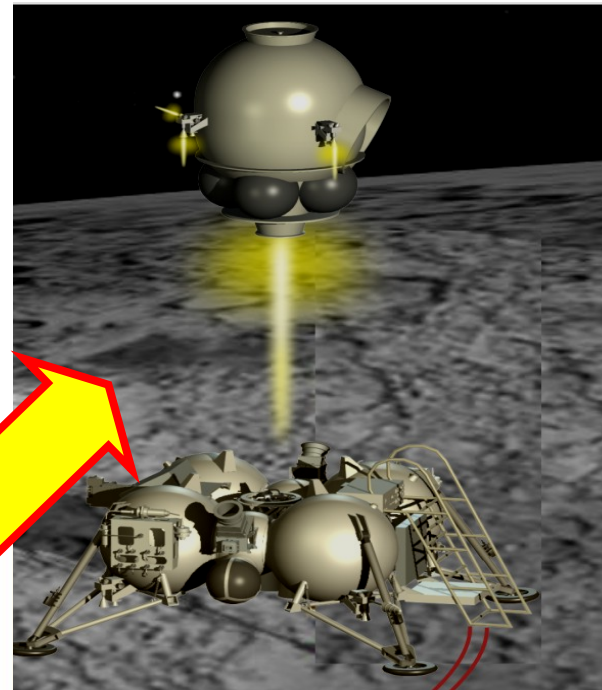
Посадочный аппарат
с взлетной ракетой

ЛУНА-РЕСУРС 2.2
обеспечивает доставку
образцов Земли

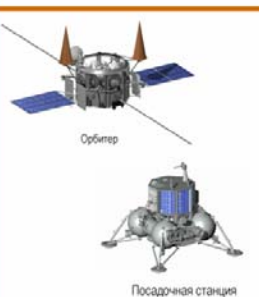
ВЫПОЛНЕНИЕ ПЕРВОГО ЭТАПА ЛУННОЙ ПРОГРАММЫ ОБЕСПЕЧИТ ПОДГОТОВКУ ПИЛОТИРУЕМОГО ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

Возникает задача объединения автоматических и пилотируемых исследований Луны в единую ЛУННУЮ ПРОГРАММУ

Автоматы создают предпосылки для реализации ЛУННОЙ ПРОГРАММЫ, но ее основой станут комплексные проекты с участием роботов в рамках пилотируемых экспедиций



КРИОГЕННУЮ ДОСТАВКУ ОТОБРАННЫХ ОБРАЗЦОВ ГРУНТА МОЖЕТ ОБЕСПЕЧИТЬ ПИЛОТИРУЕМАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ НА ЛУННЫЙ ПОЛЮС



Орбитер

Посадочная станция

ЛУНА-ГЛОБ
обеспечивает разведку Луны с орбиты и посадку в районе Северного полюса



Посадочная станция (Россия) с минироботом (Индия)

ЛУНА-РЕСУРС 1
обеспечивает посадку в районе Южного полюса и исследование ресурсов в полярном районе

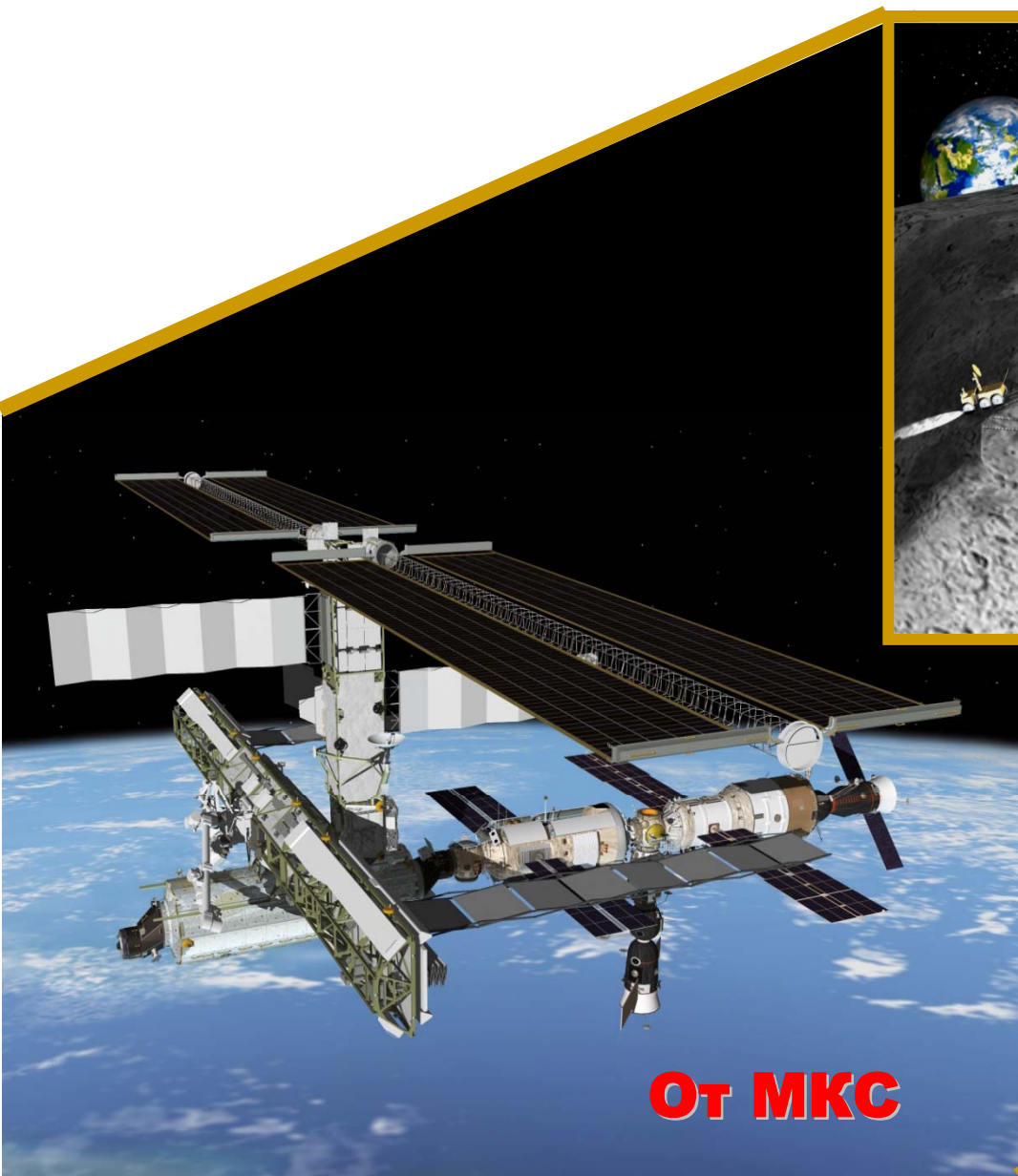


Посадочный аппарат с луноходом

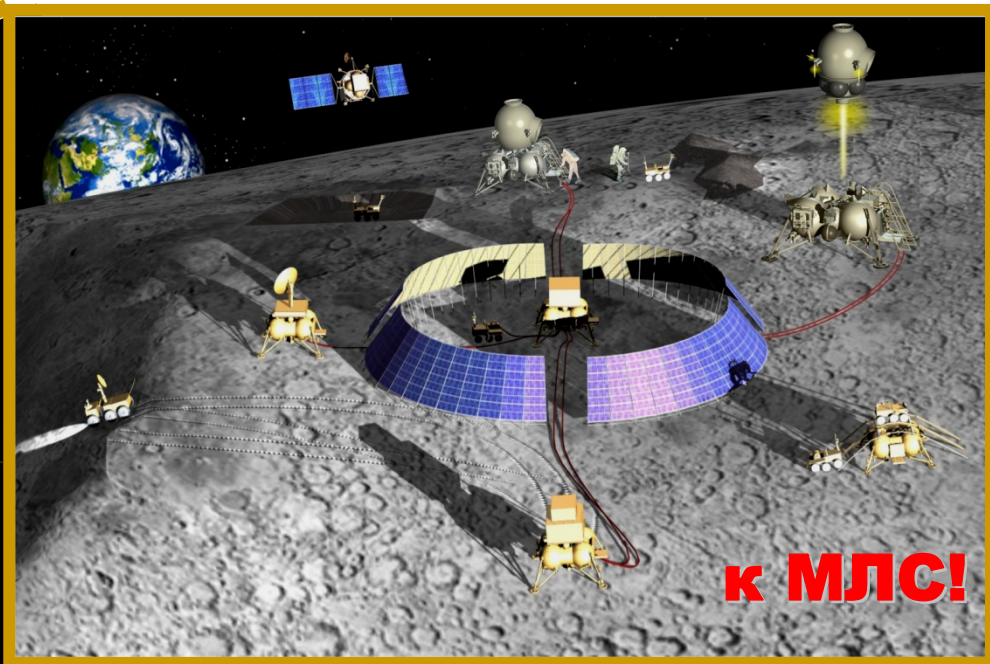
ЛУНА-РЕСУРС 2.1
обеспечивает доставку лунохода и сбор образцов для возврата на Землю



ДОСТАВКУ ОТОБРАННЫХ ОБРАЗЦОВ ГРУНТА ТАКЖЕ МОЖЕТ ОБЕСПЕЧИТЬ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ВОЗВРАЩАЕМАЯ СТАНЦИЯ стр. - 39



От МКС



к МЛС!