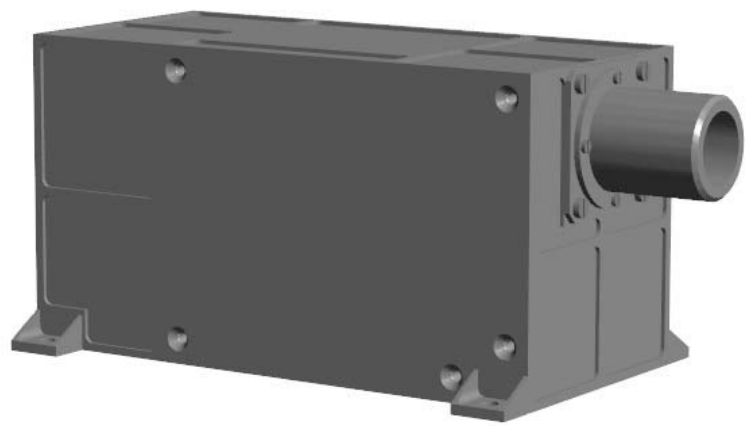
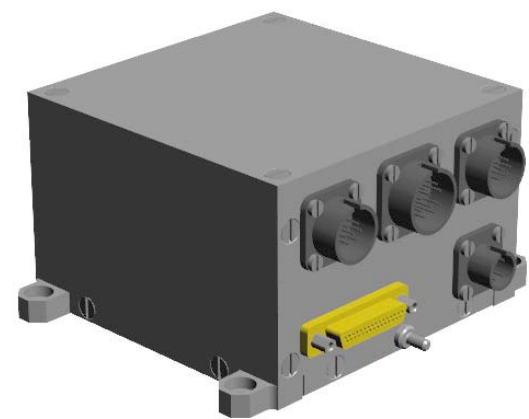


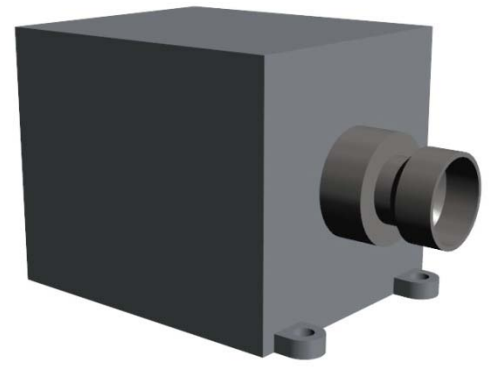
ЛИС: Лунный Инфракрасный Спектрометр
ТВ-РПМ : Телевизионная камера Рабочего Поля Манипулятора



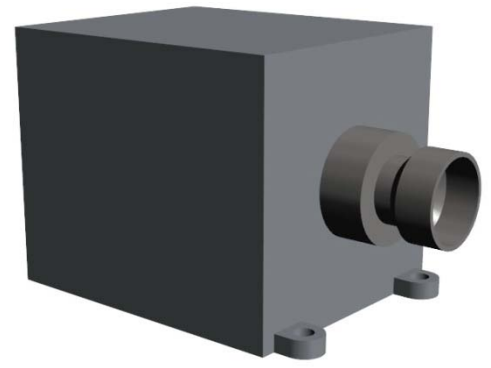
Оптический блок (ОБ) ЛИС



Блок электроники (БЭ) ЛИС

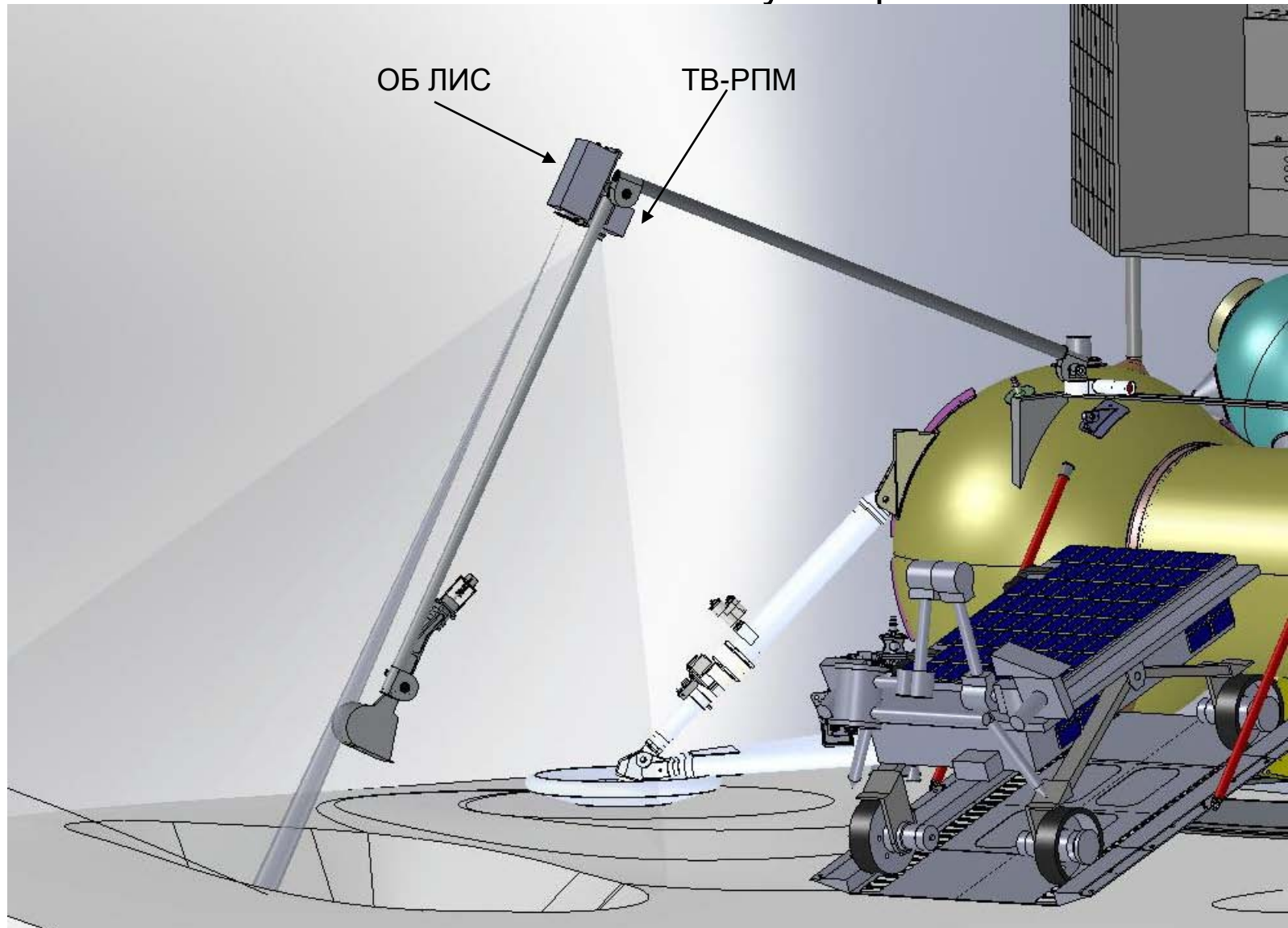


ТВ-РПМ-1



ТВ-РПМ-2

Установка на манипуляторе

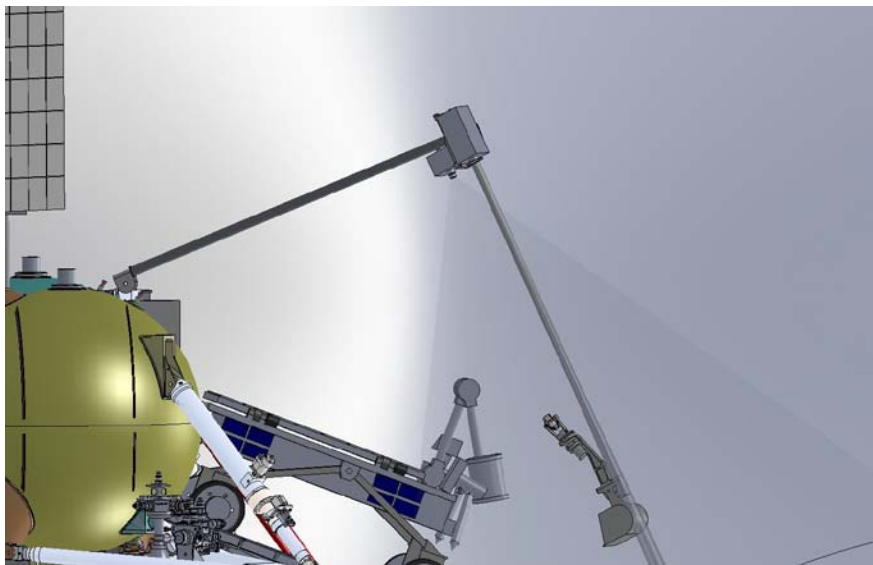
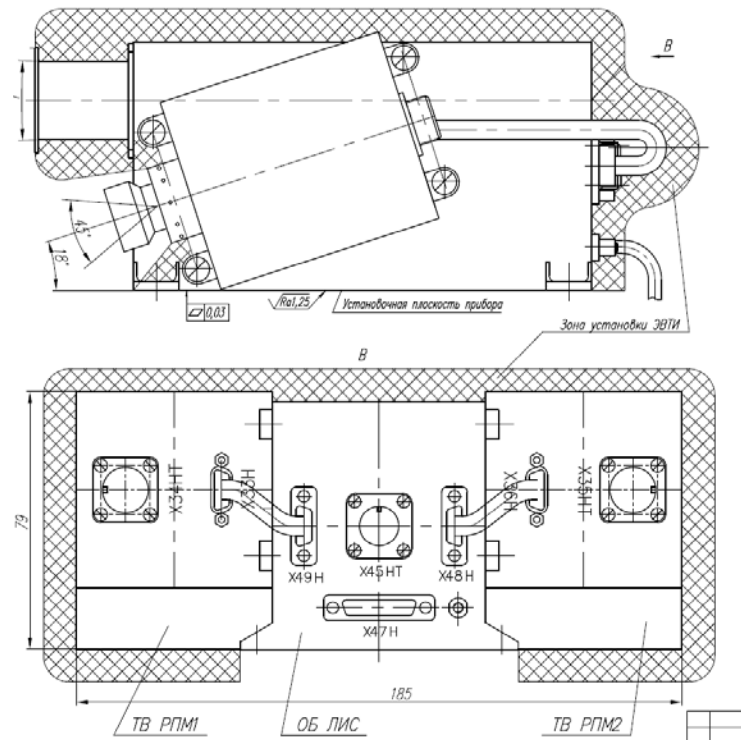


ЛИС (Лунный инфракрасный спектрометр)

ТВ-РПМ (Телевизионная камера рабочего поля манипулятора)

ЛИС + ТВ-РПМ: установка на манипуляторе

- ЛИС: ИК-спектрометр “encil-beam”
 - Спектральный диапазон 1.15-3.3 мкм
 - Поле зрения 1
- ТВ-РПМ: стереокамера
 - Поле зрения 45
 - 2 матрицы 1024x1024



Команда

Научный рук. О.И. Кораблев ИКИ РАН; korab@iki.rssi.ru

А. Бондаренко	Растр-Технологии
А. Иванов	ИКИ РАН
В.А. Котцов	ИКИ РАН
П. Моисеев	Астрон-Электроника
М. Герасимов	ИКИ РАН
Н.А. Евдокимова	ИКИ РАН
А.Т. Базилевский	ГЕОХИ РАН
Р.О. Кузьмин	ГЕОХИ/ИКИ РАН
Ю.П. Диков	ИГЕМ/ИКИ РАН
J.P. Vibration	IAS CNRS/ U.P-Sud
C. Pieters (TBC)	Brown Univ
G. Arnold (TBC)	DLR
H. Hiesinger (TBC)	Münster Univ

Главные задачи

ЛИС:

- Определение степени гидратации реголита в окрестности посадочного аппарата
- Определения формы гидратации (ОН, связанная вода, лед)
- Определение изменений гидратации поверхности в зависимости от цикла освещенности Солнцем
- Исследование минералогического состава грунта
- Поддержка выбора образцов для анализа другими приборами посадочного аппарата

ТВ-РПМ:

- Построение карт минералогического состава и гидратации
- Стереоизображения рабочего поля манипулятора, инструмента, «котлована», процесса забора грунта
- Панорамные снимки поверхности
- Поддержка измерений ЛИС
- Исследование запыленности с использованием мишени

ЛИС: Научные задачи (1)

- Carle Pieters et al., 2009 открыли что значительная часть лунной поверхности, по крайней мере часть лунных суток содержит связанную воду (H_2O и OH)

C. M. Pieters et al "Character and Spatial Distribution of OH/H_2O on the Surface of the Moon Seen by M3 on Chandrayaan-1" Science 2009:

Data suggests that the formation and retention of OH and H_2O is an ongoing surficial process. OH/H_2O production processes may feed polar cold traps and make the lunar regolith a candidate source of volatiles for human exploration.

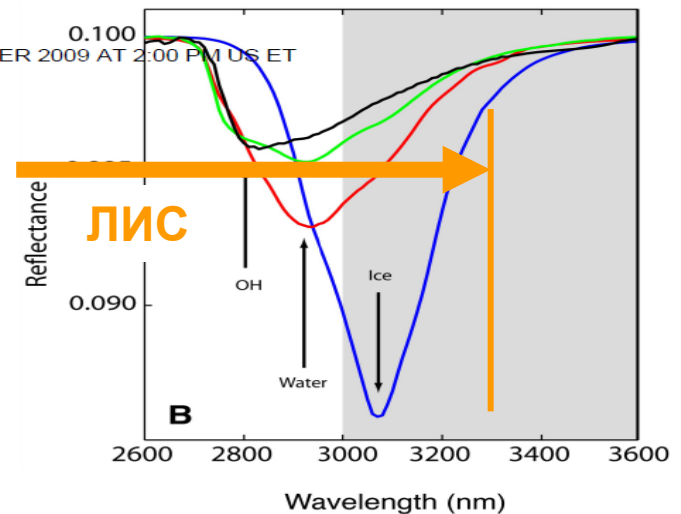
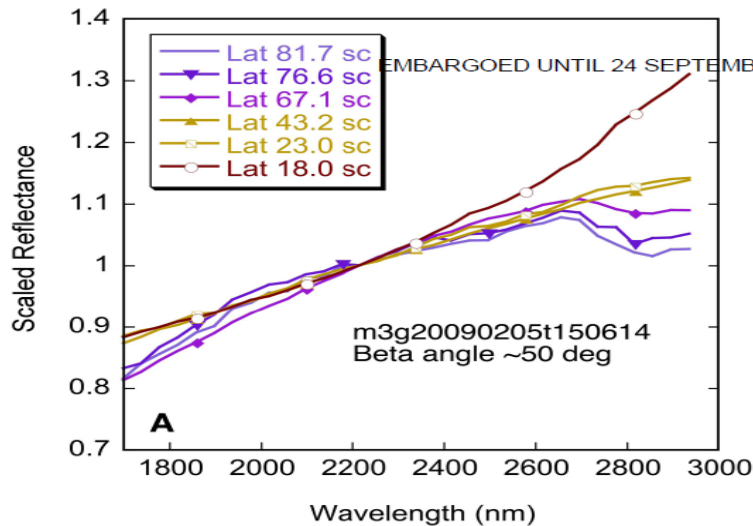
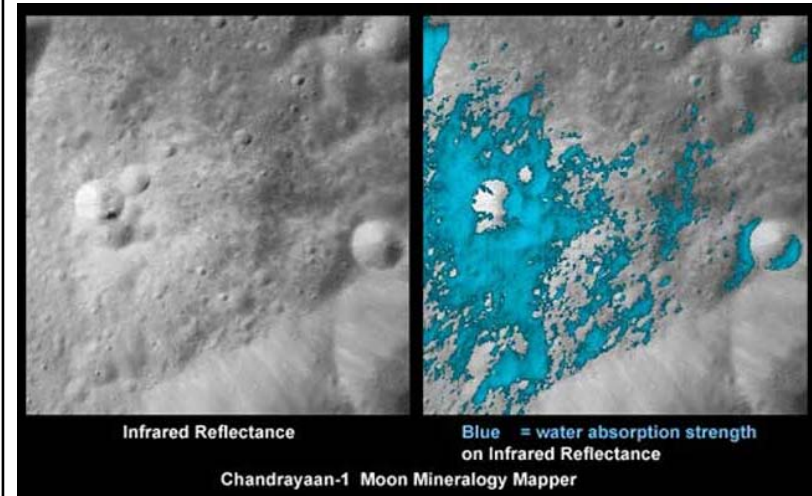
- Спектры OH/H_2O на Луне были получены и ранее при пролетах КА Cassini и Deep Impact.
- М³ – первый эксперимент по систематическому спектральному картированию Луны в ИК диапазоне

ИК-спектроскопия - хорошо изученный и мощный метод определения молекулярного и минералогического состава.

- На Луне нет влияния атмосферы
- Опыт создания и эксплуатации видеоспектрометра OMEGA/Mars Express (спектральный диапазон 0.8-5.2 мкм)

ЛИС: Научные задачи (2)

- ИК-спектры поверхности будут впервые исследованы на посадочном аппарате (макромасштаб).
- Эти измерения будут сопоставлены с глобальными картами Chandrayaan-1 и Луна-Глоб)
- Спектральный диапазон (1.15-3.3 мкм) оптимизирован для обнаружения различных форм воды



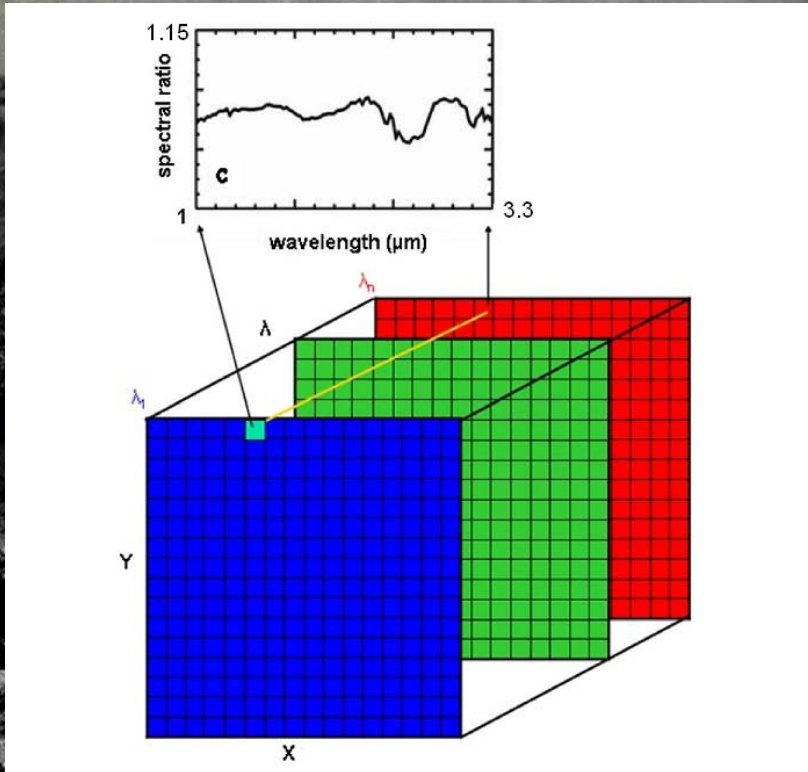
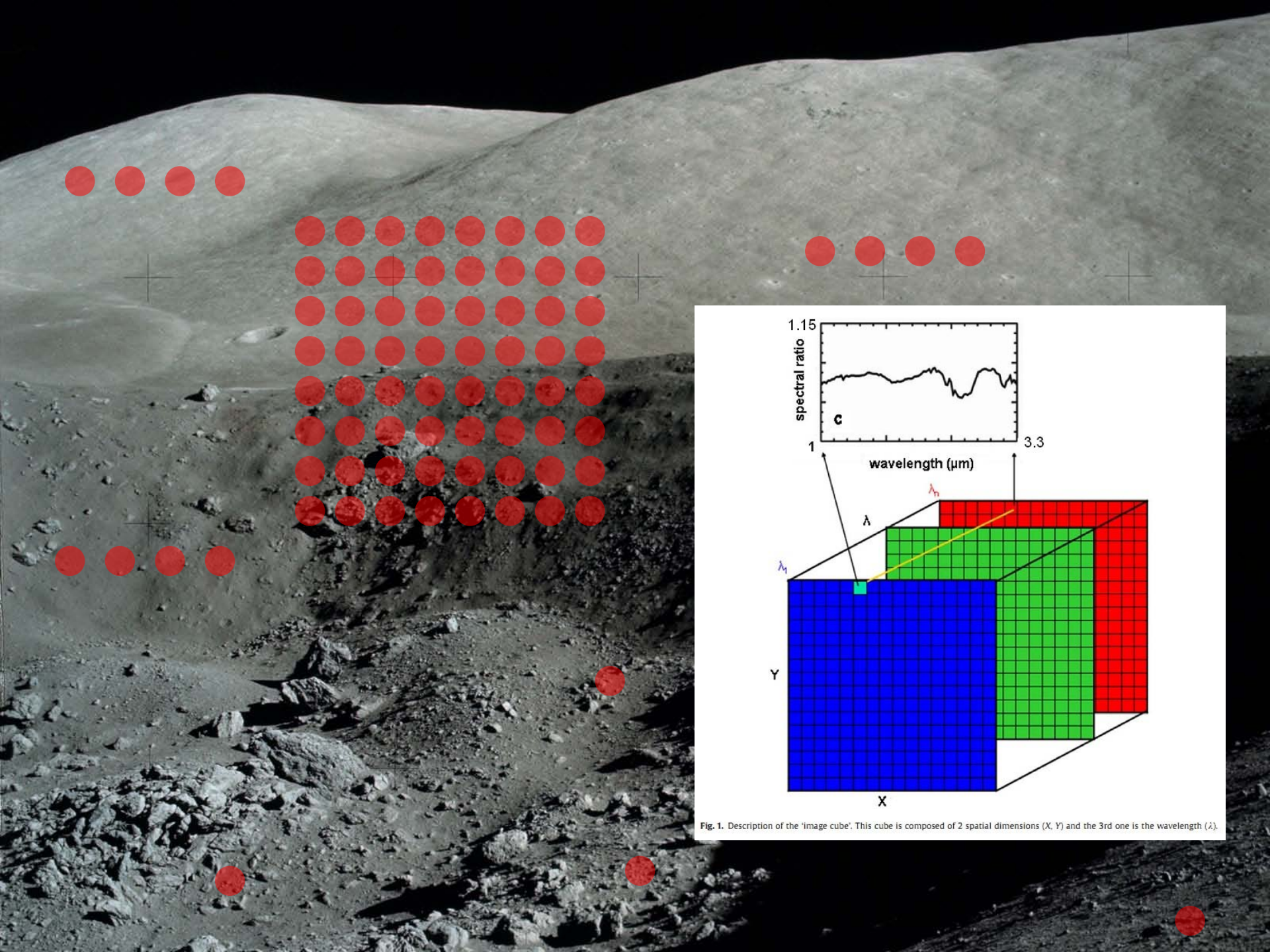


Fig. 1. Description of the 'image cube'. This cube is composed of 2 spatial dimensions (X, Y) and the 3rd one is the wavelength (λ).

План исследований в течение миссии

Работа во взаимодействии с манипулятором:

- 1) Манипулятор направляет ЛИС и ТВ-РПМ в заданную освещенную солнцем область.
- 2) ТВ-РПМ выполняет съемку выбранного участка. Определяются интересные для измерений участки.
- 3) ЛИС ориентируют в заданном направлении для наблюдений.
- 4) ЛИС получает команду запуска. ЛИС выполняет измерения. По окончании измерений ЛИС посылает команду о завершении.
- 5) Манипулятор передвигается на следующую точку.
- 6) ЛИС измеряет следующую точку, посылает команду о завершении.
- 7) Манипулятор передвигается на следующую точку
- 8) И т.д. ...
- 9) ТВ-РПМ выполняет съемку следующего участка

ЛИС (Лунный инфракрасный спектрометр)

ТВ-РПМ (Телевизионная камера рабочего поля манипулятора)

Первые операции по проверке аппаратуры после посадки

1) ТВ-РПМ: получение тестовых изображений

2) ЛИС: получение тестовых спектров

Построение цифровой модели окрестностей места посадки и планирование наблюдений с учетом изменения освещенности в течение лунации

ЛИС (Лунный инфракрасный спектрометр)

ТВ-РПМ (Телевизионная камера рабочего поля манипулятора)

План первой и последующих лунаций после посадки (план работы от восхода до заката)

Получение как можно большего количества растров (ЛИС) и изображений (ТВ-РПМ). Зависит от загруженности (циклограммы) и возможностей манипулятора.

Время получения (и передачи) одного кадра ТВ-РПМ – 10 секунд

Максимальная длительность наблюдений ЛИС может достигать, например,

6 полных спектров с максимальной экспозицией: $6 \cdot 3 \cdot 1.5 \text{ мин} = 27 \text{ мин}$.

Время построения растра складывается из времени экспозиции и времени перенацеливания манипулятора. Максимальный растр (?) $32 \times 64 = 2048$ точек при минимальной экспозиции, 4с и времени перенацеливания 10с (что, возможно, слишком коротко) займет 8 часов. Видимо, придется ограничить растры размерами порядка 16×32 , либо проводить съемку при непрерывном медленном движении манипулятора, если такое возможно.

ЛИС (Лунный инфракрасный спектрометр)

ТВ-РПМ (Телевизионная камера рабочего поля манипулятора)

3) Ожидаемая информативность эксперимента в течение лунации

За один час по оценкам можно будет получить около 256 измерений с детектора ЛИС (каждое измерение – 2 Кб; время измерения – 14 секунд): 512 Кб.

Оценивая общее время работы ЛИС в 1 месяц (30 земных суток=720 часов), можно оценить необходимый общий объем памяти как 360 Мб.

ТВ РПМ будет работать в режиме фотокамеры с фиксированным разрешением 1000 на 1000 пикселей и оцифровкой изображения 12 или 8 бит. Размер 1 кадра для ТВ РПМ при оцифровке 12 бит - не более 2 Мб, при оцифровке 8 бит – не более 1 Мб.

Итого для двух камер:

1 стереокадр, 12 бит – 4 Мб;

1 стереокадр, 8 бит – 2 Мб

ЛИС (Лунный инфракрасный спектрометр)

ТВ-РПМ (Телевизионная камера рабочего поля манипулятора)

4) Требования к служебным системам

Манипулятор

1. Наведение на интересующую область. Смещение на один шаг для получения измерений ближайшей точки.
2. Тепловой режим. Подогрев в течении лунной ночи.
3. Наведение ТВ-РПМ на мишень (*никакой информации о мишени пока нет*) для изучения оседания пыли

ТВ-система аппарата:

Панорамные изображения для цифровой модели окрестностей места посадки

ЛИС (Лунный инфракрасный спектрометр)

ТВ-РПМ (Телевизионная камера рабочего поля манипулятора)