



Освоение Луны: от лабораторий до городов

М. Литвак (ИКИ РАН)

Хронология миссий к Луне [править · править вики-текст]

См. также: [Список прилунений](#)

Важнейшие успешные и частично успешные миссии:

1950-е

- **Пионер-3** — 4 декабря 1958. Изучение Луны с пролётной траектории. Из-за недобора скорости не достиг орбиты Луны, максимальное удаление от Земли составило 102 320 км. В ходе полёта обнаружил второй **радиационный пояс Земли**. Старт в верхних слоях атмосферы через день после запуска.
- **Луна-1** — 2 января 1959. В целях полёта ставилась задача достижения станции поверхности Луны. Попадание не произошло, так как в циклограмму полёта закралась ошибка. Но несмотря на то, что станция на Луну не попала, на выполнении бортовых экспериментов указанная ошибка не сказалась. Был зарегистрирован третий радиационный пояс Земли, осуществлены первые прямые измерения параметров солнечного ветра в межпланетном пространстве Луны и Земли, установлено отсутствие у Луны значительного магнитного поля. АМС «Луна-1» так и стала первой в мире космической аппаратурой, достигшим второй космической скорости, преодолевшим притяжение Земли и ставшим искусственным спутником Солнца.
- **«Пионер-4»** — 3 марта 1959. Аппарат аналогичен Пионеру-3. Исследовал радиационную обстановку около Луны с пролётной траектории. Минимальное расстояние до Луны составило 60 050 км, что не позволило задействовать фотоэлектрический сенсор и получить фотографии. После пролёта Луны вышел на гелиоцентрическую орбиту, став первым американским аппаратом и вторым в мире после русских, развинувшим старую **космическую скорост**.
- **Луна-2** — 12 октября 1959. Первый в истории человечества рукотворный объект… достигший поверхности другого космического тела. Одним из основных научных достижений миссии было прямое измерение солнечного ветра. На поверхность Луны был так же доставлен вымпел с изображением герба СССР.
- **Луна-3** — 4 октября 1959. В ходе полёта были впервые получены изображения обратной стороны Луны. Несмотря на плохое качество, полученные снимки обеспечили Советскому Союзу приоритет в наименовании объектов на поверхности Луны. В очередной раз было продемонстрировано первенство СССР в космической гонке.

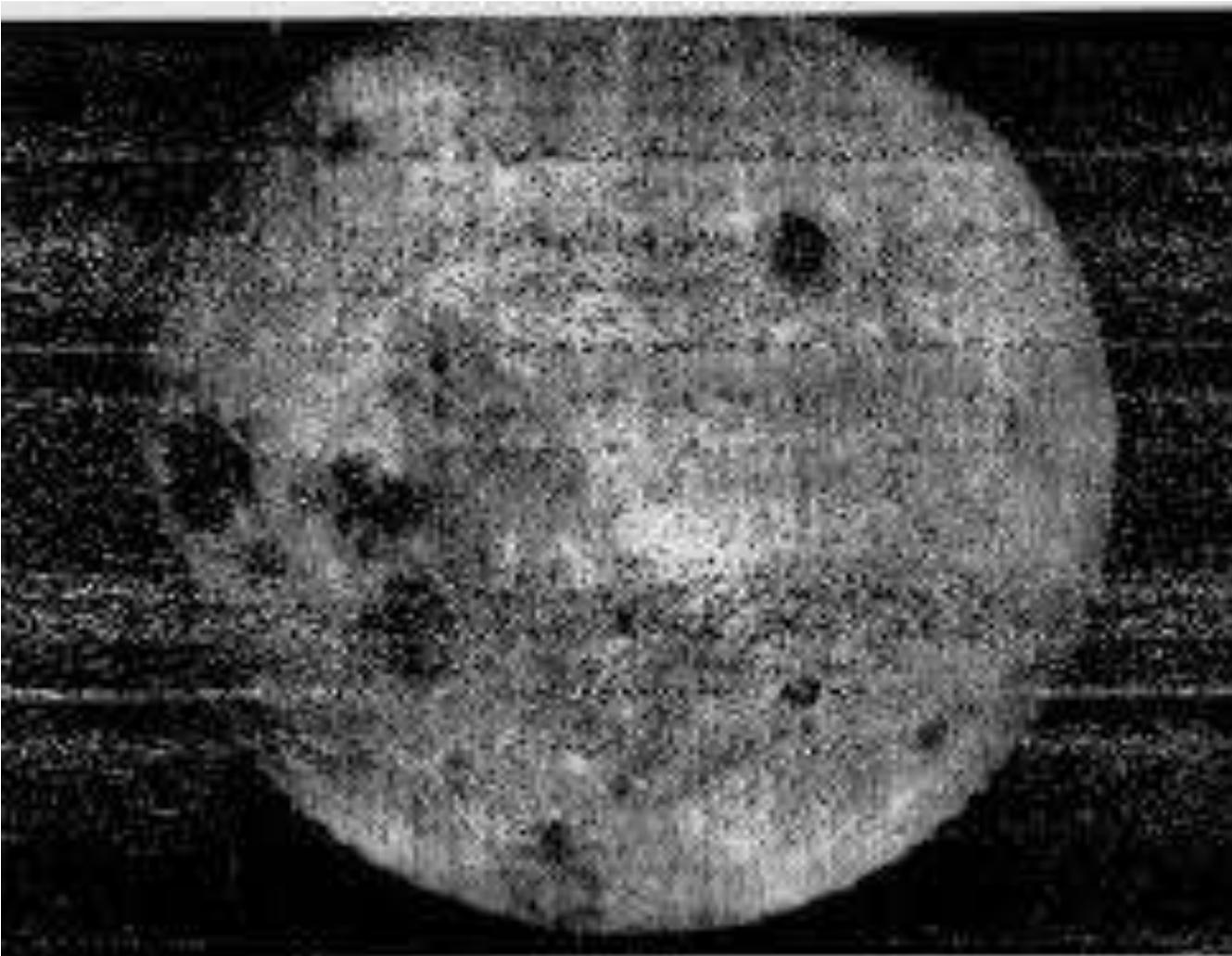
1960-е

- **Рейнджер-7** — 28 июля 1964. Фотографирование лунной поверхности.
- **Рейнджер-8** — 17 февраля 1966. Фотографирование лунной поверхности.
- **Рейнджер-9** — 21 марта 1965. Фотографирование лунной поверхности.
- **Зонд-3** — 18 июля 1965. Фотографирование обратной стороны Луны и другие научно-технические задачи. По фотографии сделанным АМС «Луна-3» и «Зонд-3», Государственным астрономическим институтом им. П. К. Штернберга был выпущен «Атлас обратной стороны Луны» с каталогом, содержащим описание около 4000 впервые обнаруженных образований^[16].
- **Луна-9** — 31 января 1966. 3 февраля 1966 года советская станция «Луна-9» впервые в мире совершила мягкую посадку на поверхность Луны в Океане Бурь. Со станции были проведены 7 сеансов связи общей продолжительностью более 8 часов. Во время этих сеансов АМС передавала панорамное изображение поверхности Луны в районе места посадки.
- **Луна-10** — 21 марта 1966. Выход на орбиту Луны искусственного спутника, проведение исследований Луны и окололунного пространства.
- **Сервейер-1** — 30 мая 1966. Исследование Луны с её поверхности. Первый для США спускаемый аппарат, совершавший мягкую посадку на небесное тело.
- **Луна-11** — 27 августа 1966. Фотосъёмка поверхности Луны.
- **Луна-12** — 22 октября 1966. Фотосъёмка поверхности Луны.
- **Эксплорер-35** — 19 июля 1967. Изучение окололунного и межпланетного пространства.
- **Сервейер-7** — 7 января 1968. Мягкая посадка на Луну, изучение свойств Луны. «Сервейер-7» передал на Землю 21091 изображение лунной поверхности и другую полезную информацию.
- **Луна-14** — 7 апреля 1966. Эксперименты проводимые на станции позволили сделать окончательный выбор аппаратуры для упрощённых приводов колёс, а также подпитки тока для шасси «Лунохода». Были получены уточнённые данные по определению гравитационного поля Луны и для построения точной теории движения Луны. В интересах будущей пилотируемых экспедиций на Луну были проведены измерения потоков заряженных частиц, идущих от Солнца и космических лучей.
- **Зонд-5** — 15-21 сентября 1968. Автоматическая отработка пилотируемого космического корабля Л1 по трассе Земля-Луна-Земля с возвращением на Землю.
- **Зонд-6** — 10-17 ноября 1968. Очередная автоматическая отработка космического корабля Л1 по трассе Земля-Луна-Земля с возвращением на Землю. Одной из основных задач корабля «Зонд-6» было исследование радиационной обстановки у Луны с использованием биологических объектов^[20].
- **Apollo-8** — 21 декабря, 1968. Пилотируемый космический корабль серии Apollo, который впервые доставил людей на орбиту другого космического тела.
- **Apollo-9** — 3 марта 1969. Пилотируемый космический корабль, совершивший первый испытательный полёт на окололунной орбите в лунной конфигурации (командный и лунный модули), в ходе подготовки экспедиций на Луну.
- **Apollo-10** — 18 мая, 1969. Пилотируемый полёт на орбиту Луны, генеральная репетиция экспедиции без высадки на Луну.
- **Apollo-11** — 16–24 июля 1969. Доставка на Луну астронавтов. Первый пилотируемый полёт на Луну. **Первый человек на Луне**. Астронавты установили в месте посадки флаг США, разместили комплект научных приборов и собрали 21,35 кг образцов лунного грунта, которые были доставлены на Землю.
- **Зонд-7** — 8-14 августа 1969. Очередная автоматическая отработка космического корабля Л1 по трассе Земля-Луна-Земля с возвращением на Землю.
- **Apollo-12** — 14 ноября, 1969. Второй пилотируемый полёт на Луну. **Вторая высадка людей на Луну**.

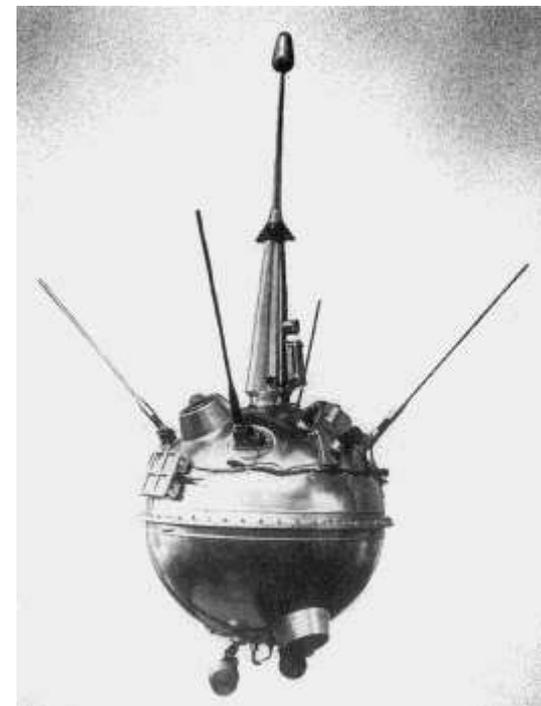
1970-е

- **Зонд-6** — 20-26 октября 1970. Последний перед стеной советской лунной пилотируемой программы автоматическая отработка космического корабля Л1 по трассе Земля-Луна-Земля с возвращением на Землю.
- **Луна-16** — 12 октября 1970. На Землю были доставлены образцы лунного грунта, взятые в районе Марк Избилин. Общая масса колонии грунта, доставленной на Землю, составила 101 грамм. «Луна-16» стала первым автоматическим аппаратом, доставившим значимое количество на Землю.
- **Луна-17** — 10 ноября 1970. Доставка первого **лунохода** на поверхность Луны. «Луноход-1» (Аппарат ЗЕМЛЯ-202) — первый в мире планетоход, успешно работавший на поверхности другого небесного тела.
- **Apollo-14** — 31 января, 1971. Третий пилотируемый полёт на Луну. **Третья высадка людей на Луну**.
- **Apollo-15** — 28 июля, 1971. Четвёртый пилотируемый полёт на Луну. **Четвёртая высадка людей на Луну**. В этой миссии астронавты впервые был испытан лунный автомобиль.
- **Луна-18** — 28 сентября 1971. Изучение лунного гравитационного поля и составление карт **маскино** с орбиты.
- **Луна-20** — 14 февраля 1972. Были переданы на Землю изображения лунной поверхности и произведён забор образцов лунного грунта. На Землю доставлена колонка лунного грунта массой 56 граммов.
- **Apollo-16** — 18 апреля, 1972. Пятый пилотируемый полёт на Луну. **Пятая высадка людей на Луну**. В распоряжении астронавтов (как и у экипажа предыдущей экспедиции) был лунный автомобиль. «Лунный Ровер № 2».
- **Apollo-17** — 7 декабря, 1972. Шестой пилотируемый полёт на Луну. **Шестая (и последняя на 2016 год) высадка людей на Луну**.
- **Луна-21** — 8 января 1973. Доставка Лунохода-2 на поверхность Луны.
- **Луна-22** — 29 мая 1974. Изучение лунного гравитационного поля и составление карт **маскино** с орбиты.
- **Луна-23** — 28 октября 1974. Во время посадки станции было повреждено грузоподъёмное устройство, что сделало невозможным выполнение основной программы полёта. Принято решение провести работу со станцией по сокращённой программе. В ноябре 1974 года работа со станцией «Луна-23» была прекращена.
- **Луна-24** — 9 августа 1976. На Землю доставлена колонка лунного грунта длиной около 160 сантиметров и весом 170 граммов. В результате анализа результатов этого полёта было впервые получено убедительное доказательство наличия на Луне воды — значительно раньше, чем в ходе американских аналогичных проектов *Selentine* (1994) и *Lunar Prospector* (1998)^{[21][22]}.

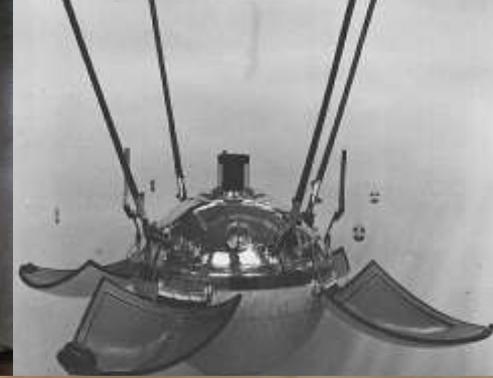
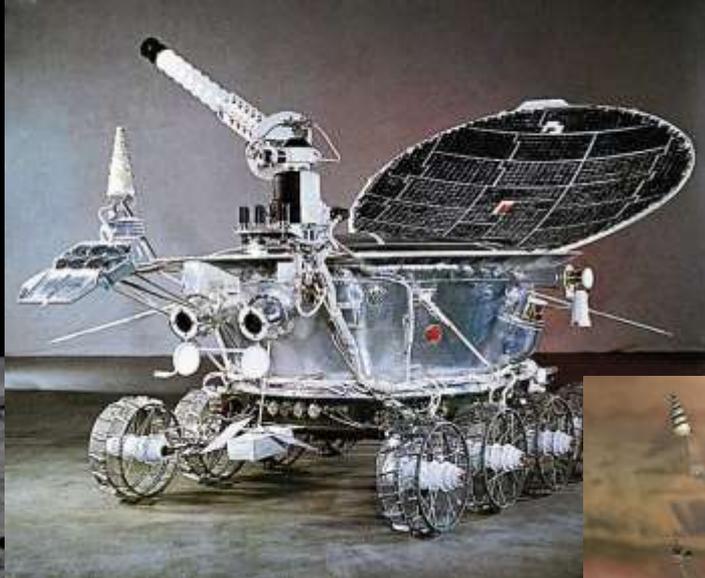
**Луна-2/Луна-3,
12 сентября 1959/7 октября 1959 г.**



Фотография 1

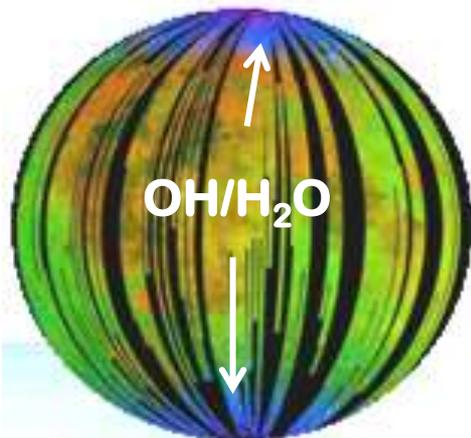


История лунных исследований

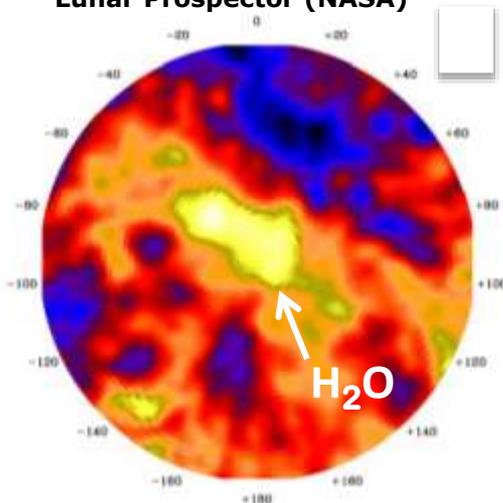


Мотивация: Орбитальные исследования дали указание на возможные залежи водяного льда в полярных областях

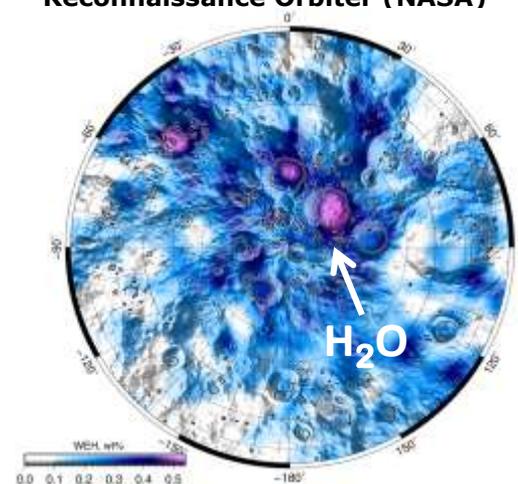
Water distribution in regolith according to M³ (USA) data from Chandrayan-1 (India)



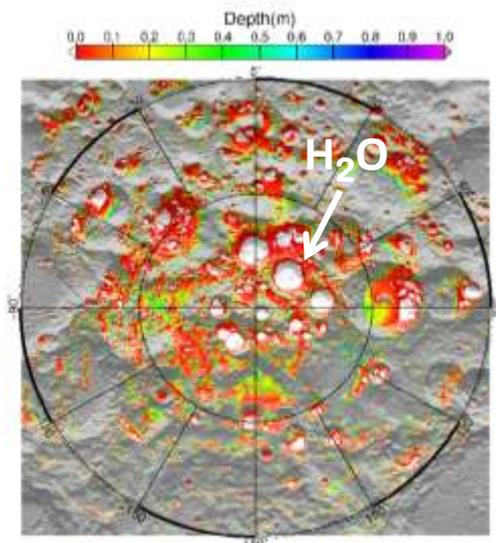
Water distribution in regolith according to LPNS data from Lunar Prospector (NASA)



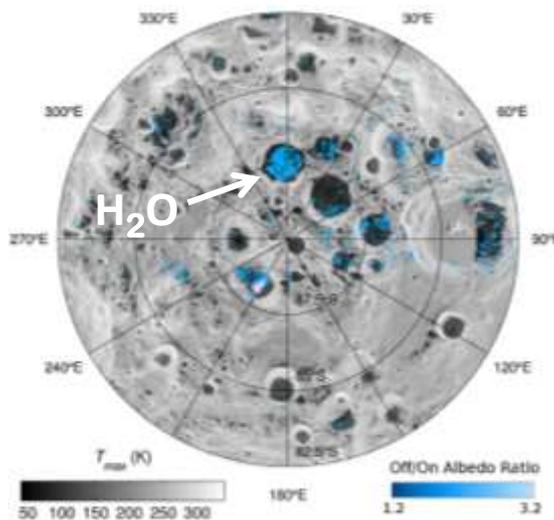
Water distribution in regolith according to data from LEND (Russia) onboard Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA)



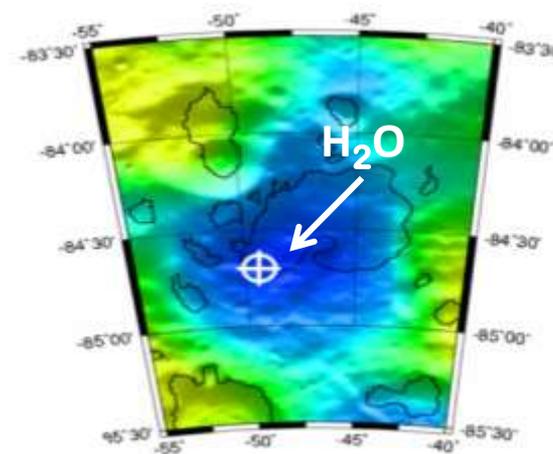
Possible ice depths according to data from Diviner onboard Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA)



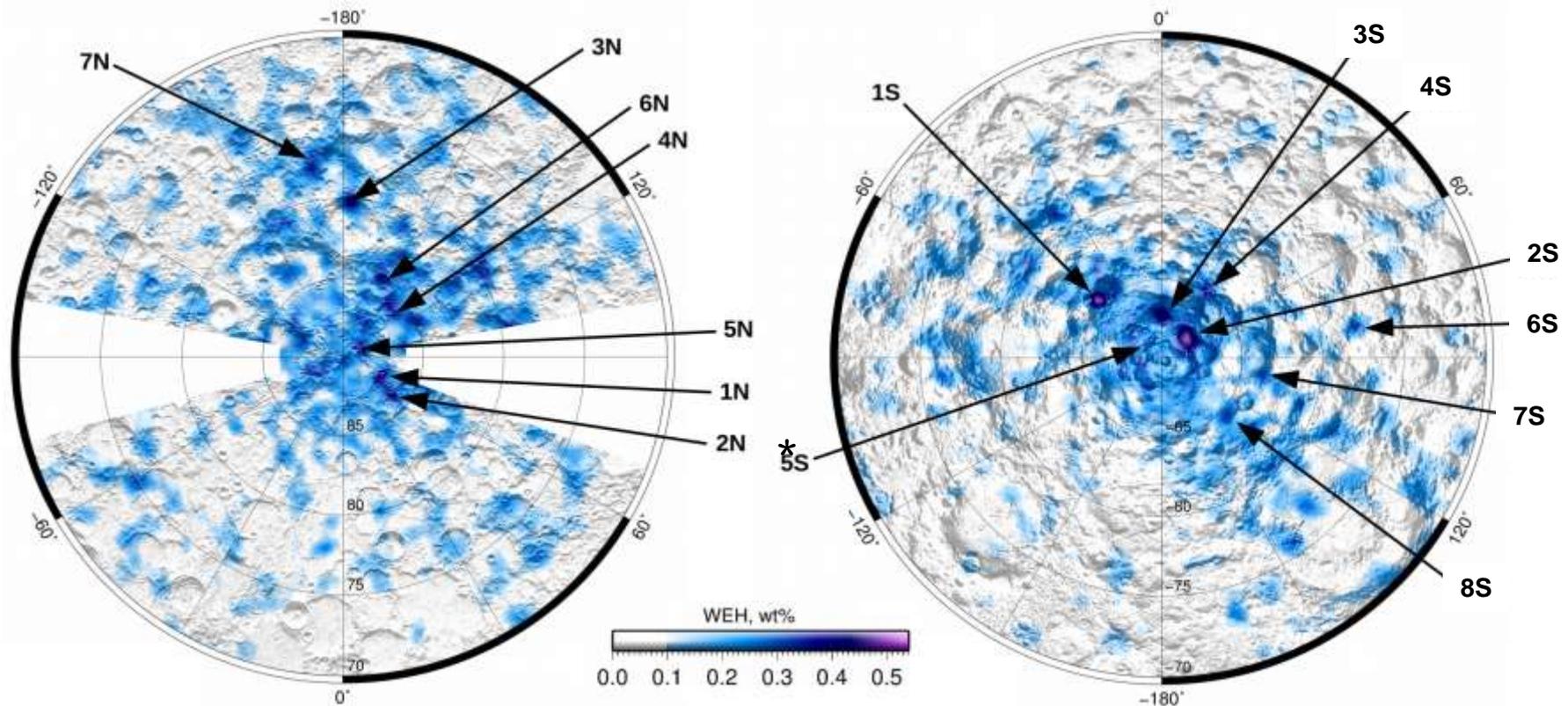
Observation of surface ice frost according to data from LAMP onboard Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA)



Detection of water vapor in Cabeus during impact experiment «LCROSS» (NASA)



Современная карта распределения лунной воды в полярных областях (по данным российского прибора ЛЕНД)

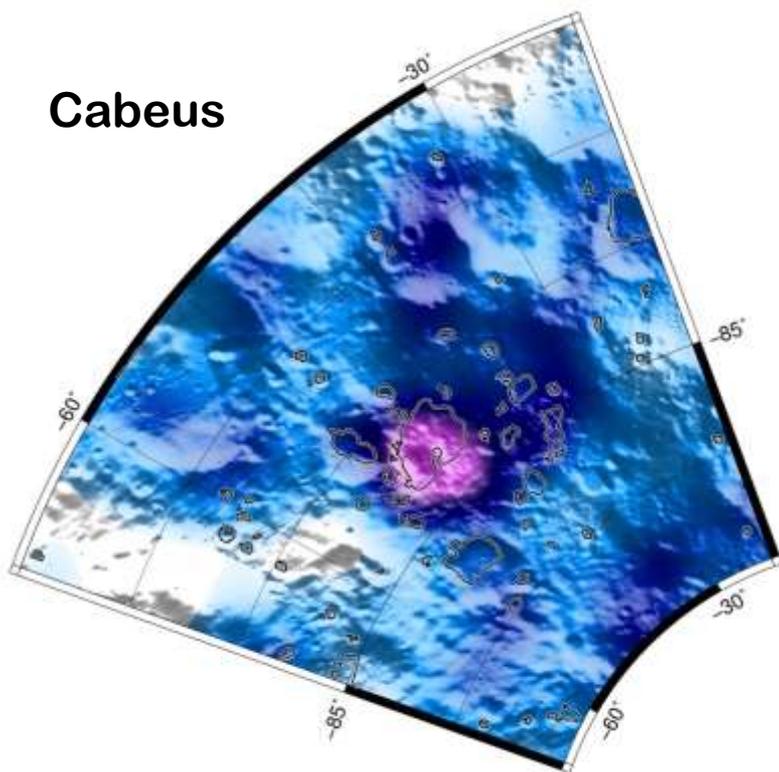


Index	Latitude	Longitude	ξ	WEH (wt %)
1N	87.3°	64.3°	0.80±0.02	0.44±0.06
2N	86.2°	51.3°	0.82±0.02	0.40 ^{+0.06} _{-0.05}
3N	80.3°	176.8°	0.82±0.03	0.40 ^{+0.09} _{-0.08}
4N	85.5°	139.3°	0.82±0.02	0.39±0.05
5N	88.8°	116.3°	0.82±0.01	0.39±0.04
6N	84.5°	153.8°	0.83±0.02	0.37 ^{+0.07} _{-0.06}
7N	78.0°	-170.8°	0.83±0.03	0.36±0.09

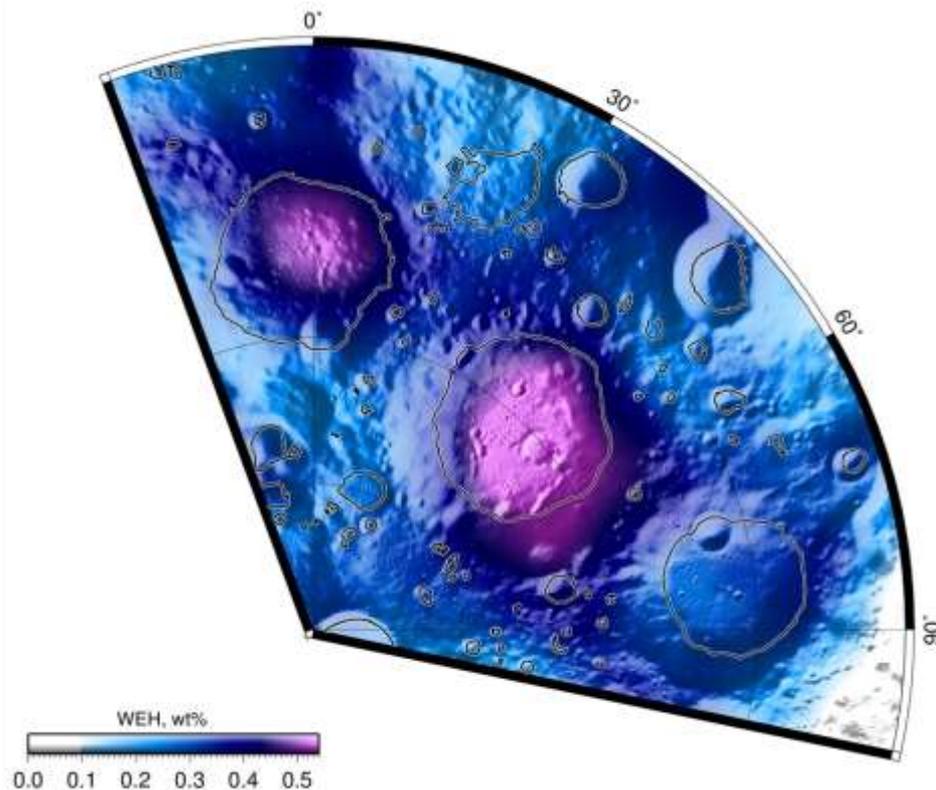
Index	Latitude	Longitude	ξ	WEH (wt %)
1S	-84.5°	-47.3°	0.77±0.02	0.54 ^{+0.07} _{-0.06}
2S	-88.0°	53.8°	0.78±0.01	0.51±0.04
3S	-87.3°	1.8°	0.80±0.01	0.44±0.04
4S	-84.8°	32.3°	0.83±0.02	0.37±0.05
5S	-88.8°	-107.3°	0.83±0.01	0.36±0.03
6S	-77.8°	80.8°	0.84±0.04	0.34 ^{+0.11} _{-0.10}
7S	-83.6°	99.8°	0.84±0.03	0.34 ^{+0.08} _{-0.07}
8S	-82.9°	127.3°	0.84±0.03	0.34 ^{+0.07} _{-0.06}

Распределение воды в районе некоторых вечно затемненных лунных кратеров

Cabeus

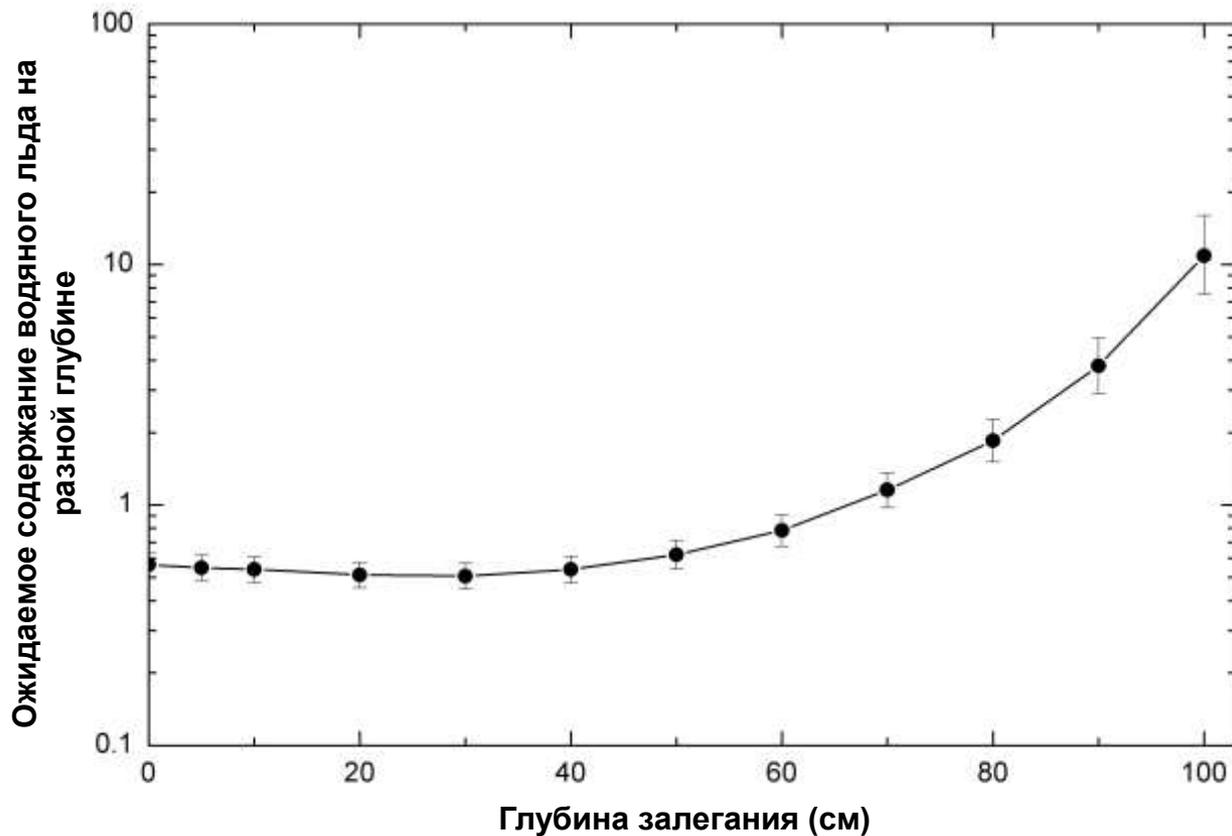
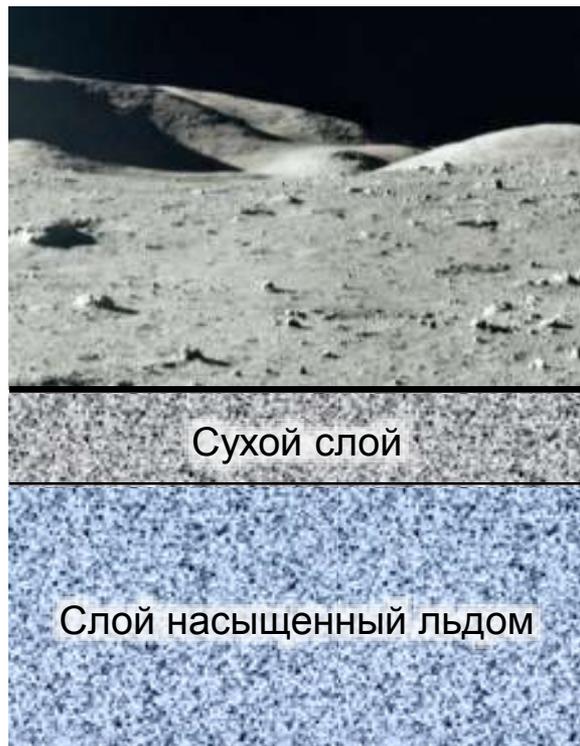


Haworth, Shoemaker and Faustini



Возможно лед нужно искать на глубине: на будущих посадочных аппаратах требуется бурение!

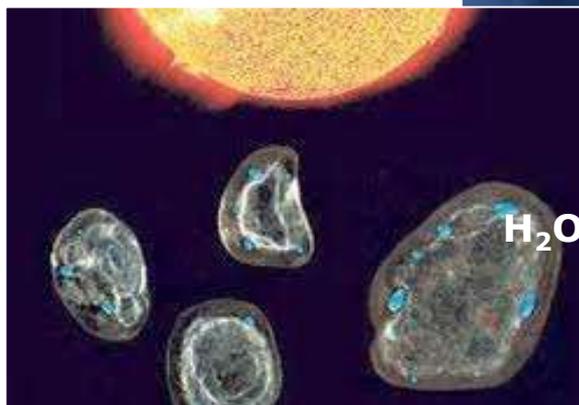
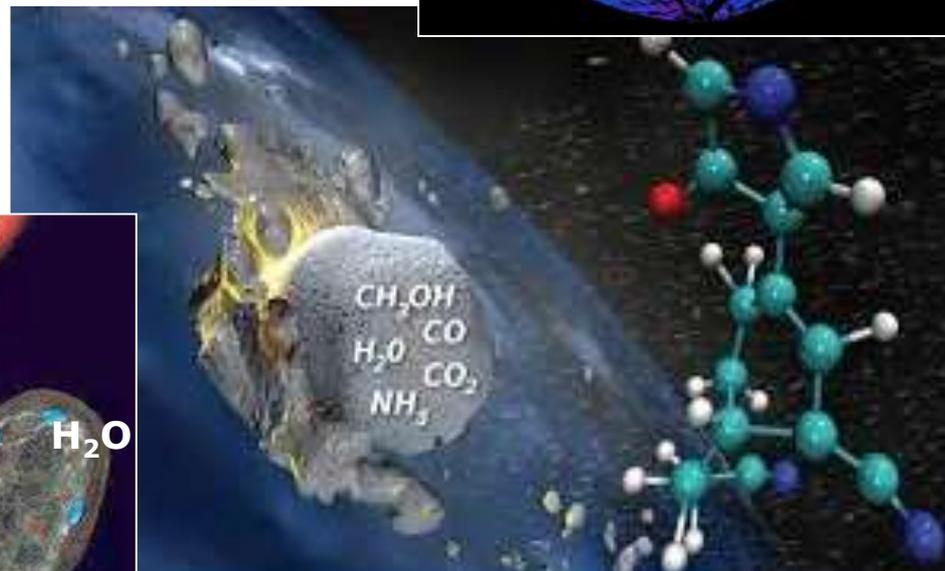
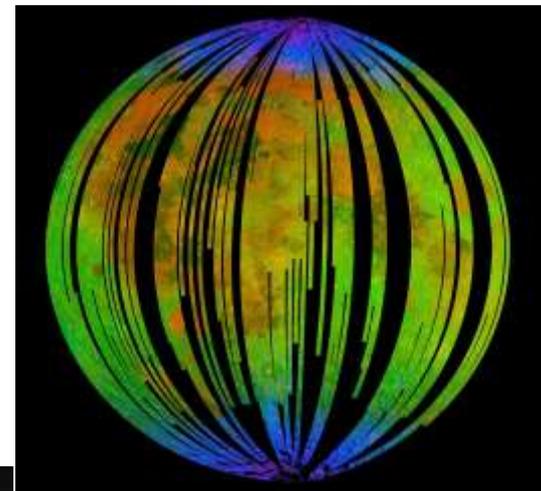
Область вокруг кратера Cabeus



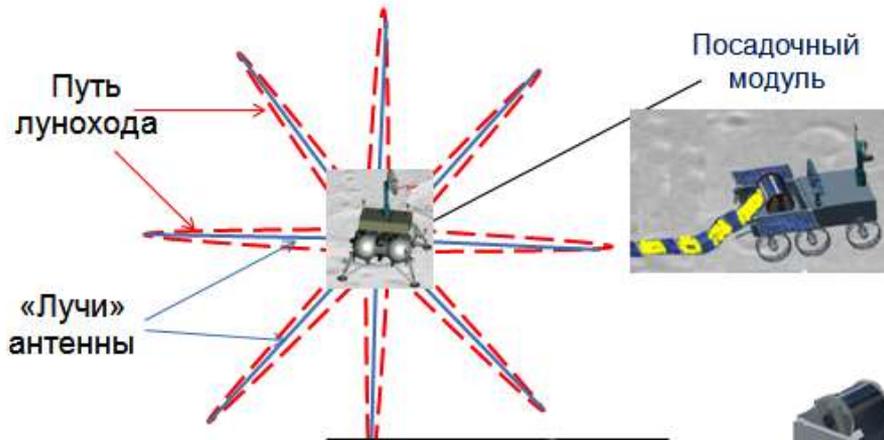
Поиск летучих веществ на Луне

Molecules in the interstellar medium and comets

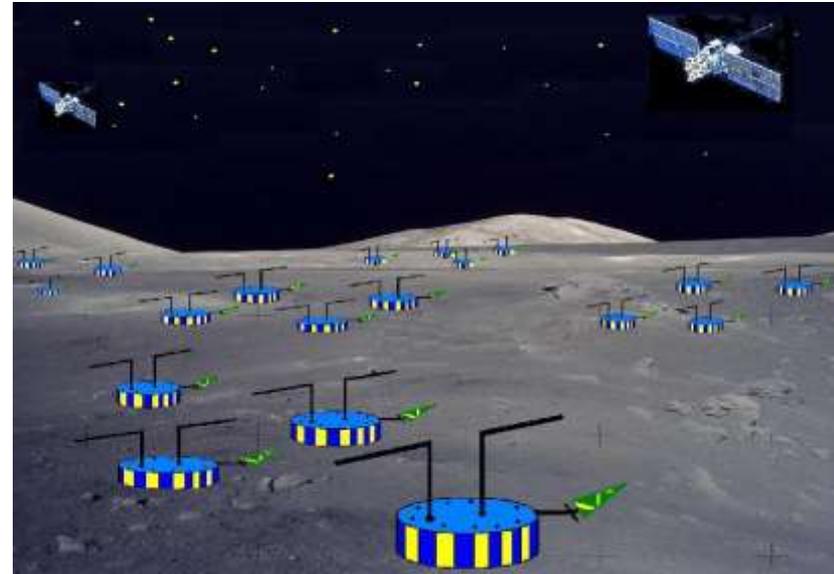
Number of Atoms								
2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
H₂	C₃	c-C ₃ H	C ₅	C ₃ H	C ₆ H	CH ₃ C ₃ N	CH ₃ C ₆ H	CH ₃ C ₅ N
AlF	C ₂ H	l-C ₃ H	C₄H	H ₂ C ₆	CH ₂ CHCN	HCOOCH₃	CH ₃ CH ₂ CN	(CH ₃) ₂ CO
AlCl	C ₂ O	C ₃ N	C ₄ Si	HC ₄ H	CH ₃ C ₂ H	CH ₃ COOH	(CH ₃) ₂ O	HOCH₂CH₂OH
C₂	C ₂ S	C ₃ O	l-C ₃ H ₂	C ₂ H ₂	HC ₃ N	C ₇ H	CH ₃ CH ₂ OH	NH ₂ CH ₂ COOH
CH	CH ₂	C ₃ S	c-C ₃ H ₂	CH₃CN	CH₃CHO	H ₂ C ₆	HC ₇ N	C ₂ H ₅ CHO
CH⁺	HCN	C₂H₂	CH ₂ CN	CH ₃ NC	CH ₃ NH ₂	HOCH ₂ CHO	C ₈ H	HC ₆ N
CN	HCO	HCCN	CH ₄	CH₃OH	c-C ₂ H ₂ O	C ₂ H ₃ CHO	CH ₃ CONH ₂	CH ₃ C ₆ H
CO	HCO⁺	HCNH ⁺	HC₃N	CH ₃ SH	CH ₂ CHOH	C ₆ H ₂	CH ₂ CHCH ₃	CH ₃ OC ₂ H ₅
CO⁺	HCS ⁺	HNCO	HC ₂ NC	HC ₃ NH ⁺		CH ₂ C ₂ HCN	C ₈ H-	C ₆ H ₆
CP	HOC ⁺	HNCS	HCOOH	HC ₂ CHO		*C₂H₆		HC ₁₁ N
SiC	H₂O	HOCO ⁺	CH ₂ NH	NH₂CHO				
HCl	H₂S	H₂CO	H ₂ C ₂ O	C ₃ N				
KCl	HNC	H ₂ CN	H ₂ NCN	HC ₃ N				
NH	HNO	H₂CS	HNC ₃	c-H ₂ C ₃ O				
NO	MgCN	H₃O⁺	SiH ₄	CH ₂ CNH				
NS	MgNC	NH₃	H ₂ COH ⁺					
NaCl	N ₂ H ⁺	SiC ₃	C ₄ H-					
OH	N ₂ O	C ₄						
PN	NaCN	CH ₃						
SO	OCS							
SO ⁺	SO₂							
SiN	c-SiC ₂							
SiO	CO₂							
SiS	NH₂							
CS	H ₃ ⁺							
HF	SiCN							
SH	SiNC							
FeO	AlNC							
PO	HCP							
O ₂	*CO₂⁺							
CF ⁺	*H₂O⁺							
N ₂	*CS₂⁺							
SH	*H₂S⁺							
*OH⁺								
*S₂								



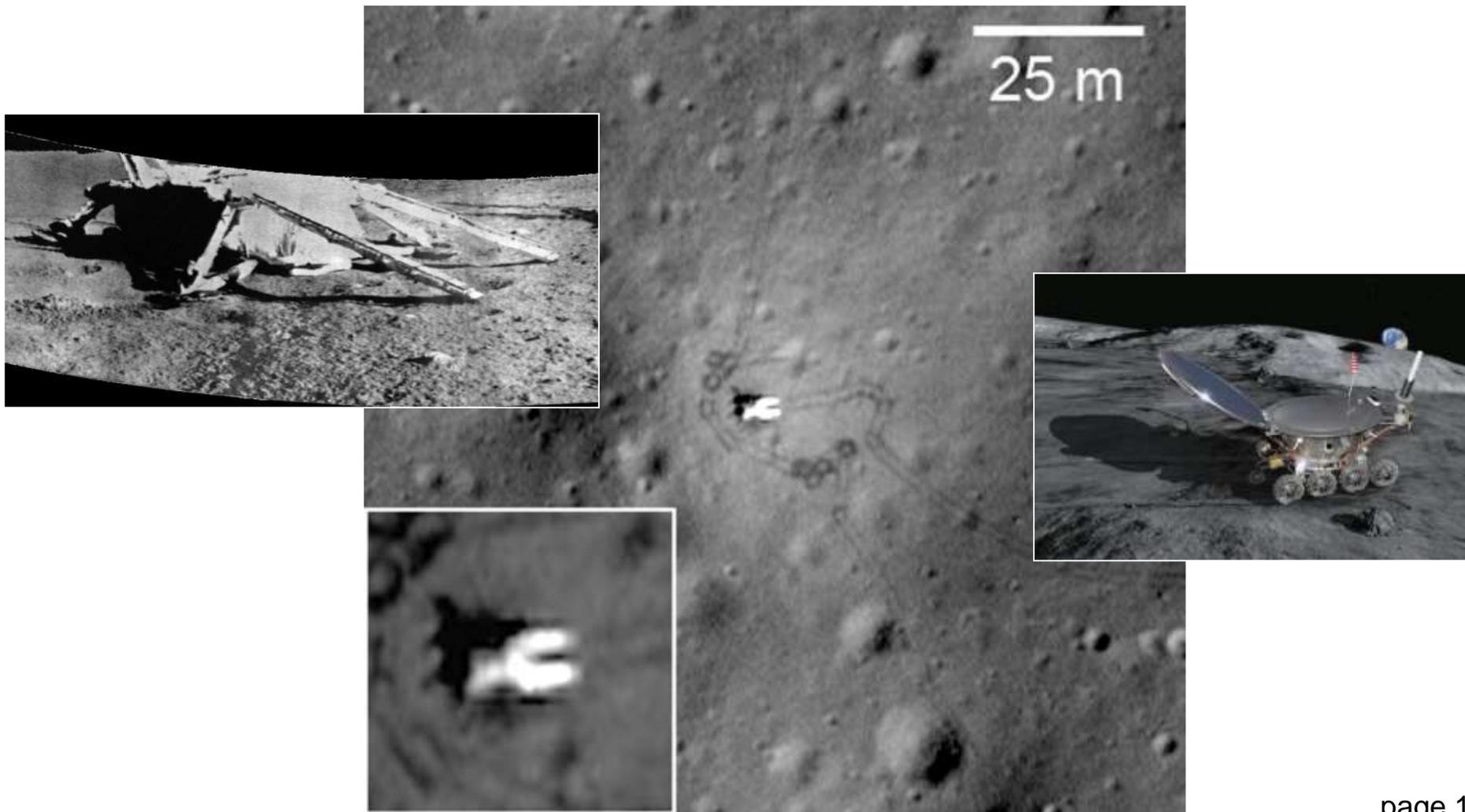
Создание лунных Обсерваторий



Элемент антенны («луч»), находящийся в «свернутом» состоянии на посадочном модуле и разворачиваемый с помощью лунохода.



Возврат к исследованиям поверхности (прежде всего полюсов) с помощью посадочных платформ и луноходов



Зарубежные космические агентства активно готовятся к освоению Луны



НАСА MoonRise



НАСА SLS



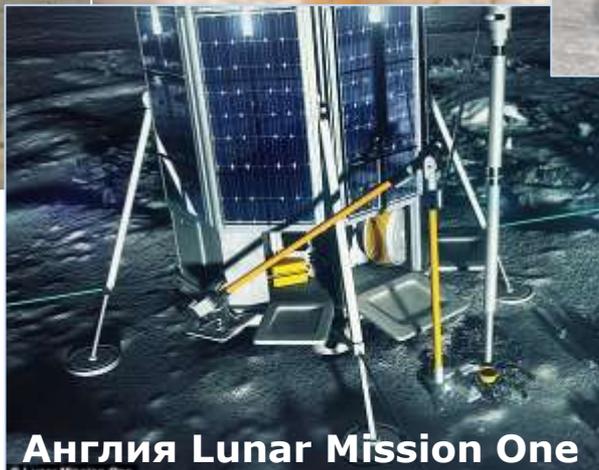
Индия Chandrayaan-2



Япония Smart Lander



НАСА Resource Prospector



Англия Lunar Mission One



Китай Chang'e 5



Аргентина Lunar Lander

Основные положения российской лунной программы

1. В России должен быть создан арсенал необходимых средств дальней космонавтики для обеспечения национальных интересов в освоении Луны и дальнего космоса. Это может быть выполнено в рамках **национальной Лунной программы**.
2. Программа освоения Луны должна явиться продолжением **исследований Солнечной системы** автоматическими космическими аппаратами в рамках ФКП и **пилотируемой программы** на базе российского сегмента МКС.
3. Лунная программа России должна включать как **пилотируемые**, так и **автоматические** космические комплексы.
4. Лунная программа должна **объединить усилия** всех профильных министерств и ведомств, отечественных промышленных и научных центров, и также по ряду позиций может быть открыта для участия иностранных партнеров.
5. В период действия подготовленной Федеральной космической программы 2016 – 2025 г. лунная часть ФКП должна состоять из **трех отдельных подпрограмм**: реализация проектов, разработка новой техники и создание новых технологий.
6. Программа будущего освоения Луны должна в максимальной степени **использовать** исследовательские **ресурсы МКС**.
7. Лунная Программа **не будет «долгостроем»**: с промежутком в 3 – 4 года должен осуществляться очередной проект, его результаты должны предъявляться обществу и руководству Российской Федерации.
8. Лунная Программа должна быть также нацелена на создание и отработку пилотируемых экспедиций на **Марс** и для автоматических исследований **объектов Солнечной системы**.
9. При реализации Лунной Программы по ряду позиций необходимо развивать **международное сотрудничество** при сохранении ведущей роли России, как возможность сокращения сроков реализации проектов и уменьшения финансовых затрат.
10. Ответственность за реализацию Лунной Программы должна быть возложена на **Роскосмос**, а за выполнение ее научной части – на **РАН и ее институты**.

ЗАДАЧА_1: Изучение **строения и эволюции Луны**, исследование природной среды **на лунных полюсах**, анализ состава **лунного полярного реголита** для выяснения условий происхождения и эволюции Солнечной системы и также на предмет наличия в нем сложных молекулярных соединений.

ЗАДАЧА_2: Исследование технологических проблем использования лунного вещества для обеспечения **радиационной защиты** экипажей и аппаратуры, проблем защиты от негативных эффектов **лунной пыли**, изучение технологий добычи и применения **лунных полезных ископаемых**.

ЗАДАЧА_3: Разведка и закрепление за Россией одного – двух наиболее привлекательных **плацдармов на Луне** с высокими энергетическим и ресурсным потенциалами для обеспечения возможности создания на них в будущем **Лунной базы**.

ЗАДАЧА_4: Проведение **астрофизических наблюдений** космических объектов, астероидов и Солнца, и также **мониторинга естественных и техногенных процессов на Земле**.

ЗАДАЧА_5: Проведение **отработок космической техники**, решение **медико-биологических проблем** межпланетных полетов, создание технологий применения лунных ресурсов для полетов в дальний космос.

ЗАДАЧА_6: Восстановление и развитие отечественного космического потенциала освоения дальнего космоса для гарантированной защиты **национальных интересов России** за пределами околоземных орбит.

ЗАДАЧА_7: Стимулирование **инновационного развития ракетно-космической отрасли** на основе реализации конкретных проектов освоения

ЗАДАЧА_8: Привлечение в космическую отрасль российской **талантливой молодежи** для решения амбициозных и значимых задач.

Кроме Земли, в Солнечной системе только на **Луне** и на **Марсе** возможно продолжительное пребывание людей.

Условия на Меркурии, Венере и на других небесных телах Солнечной системы за орбитой Марса таковы, что обеспечение жизнедеятельности людей на их поверхности в обозримом будущем практически невозможно.

Поэтому в XXI веке только Луна и Марс будут рассматриваться, как **цели освоения** космоса человеком, как практически достижимые рубежи экспансии человечества в космос.

Уже в первой половине XXI века **развернется соперничество** космических держав за обладание наиболее привлекательными **лунными плацдармами** для создания будущих исследовательских станций.

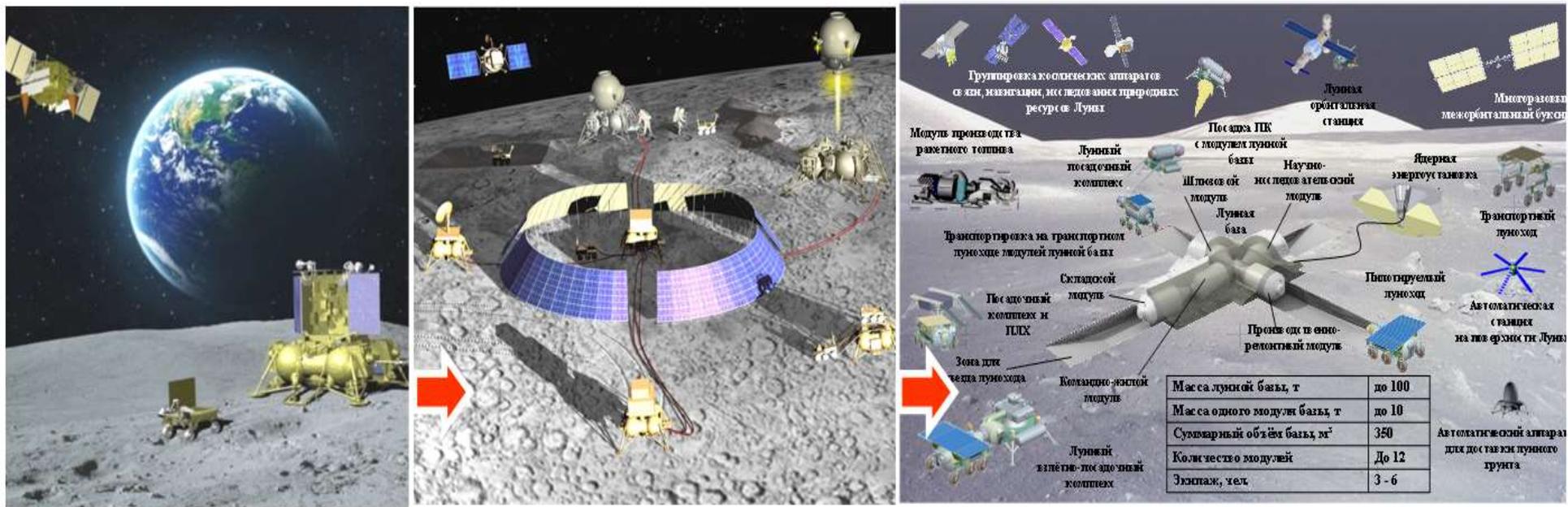


Национальная программа освоения Луны

Освоение Луны российскими исследователями должно происходить, как постепенное расширение инфраструктуры на предварительно разведанном плацдарме с благоприятными условиями освещенности, связи с Землей и с наличием лунных природных ресурсов.

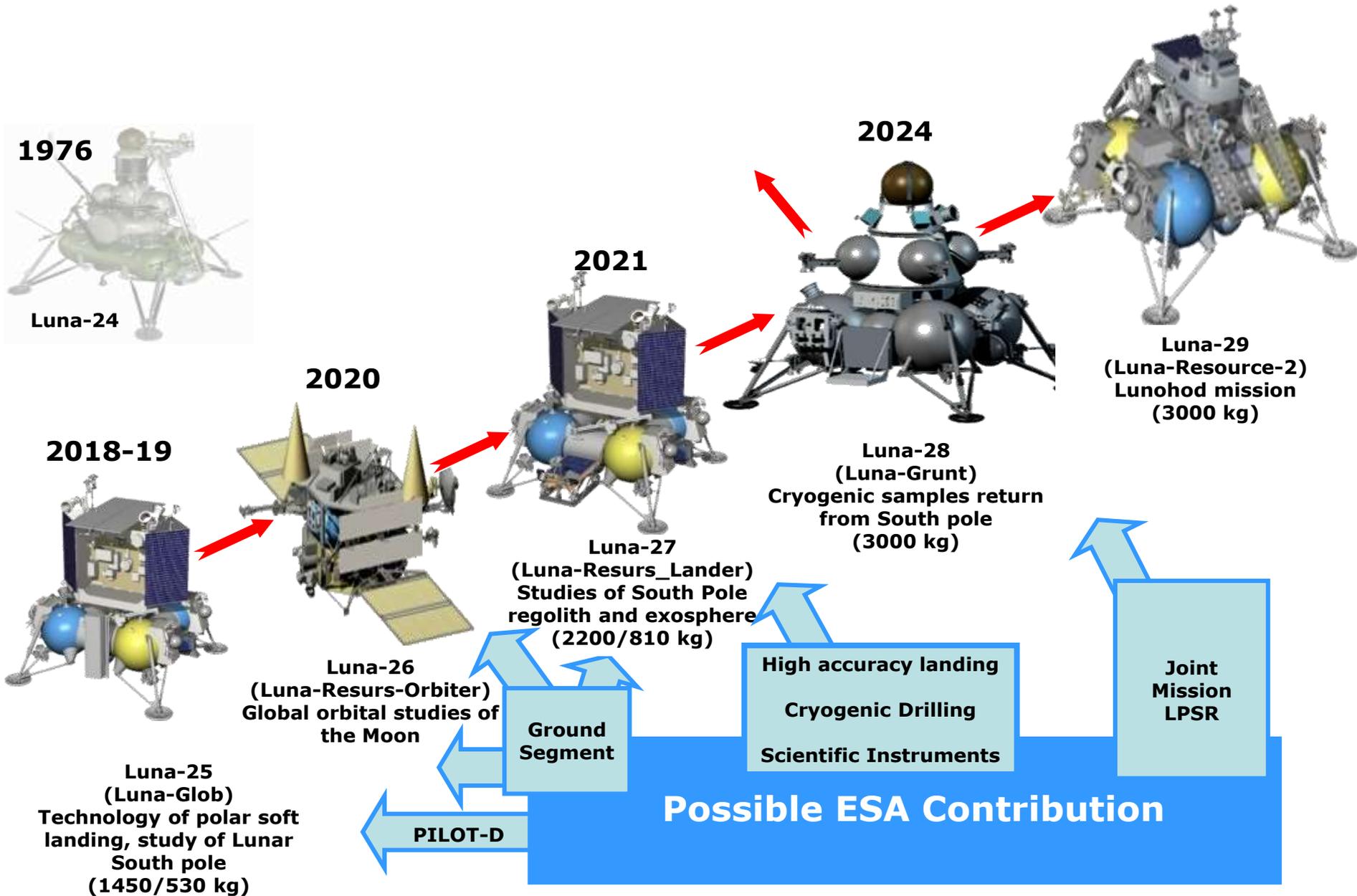
Лунная Программа начнет реализовываться со следующей последовательностью этапов:

(I) Разведка и посадка → (II) Создание Полигона → (III) Строительство Базы

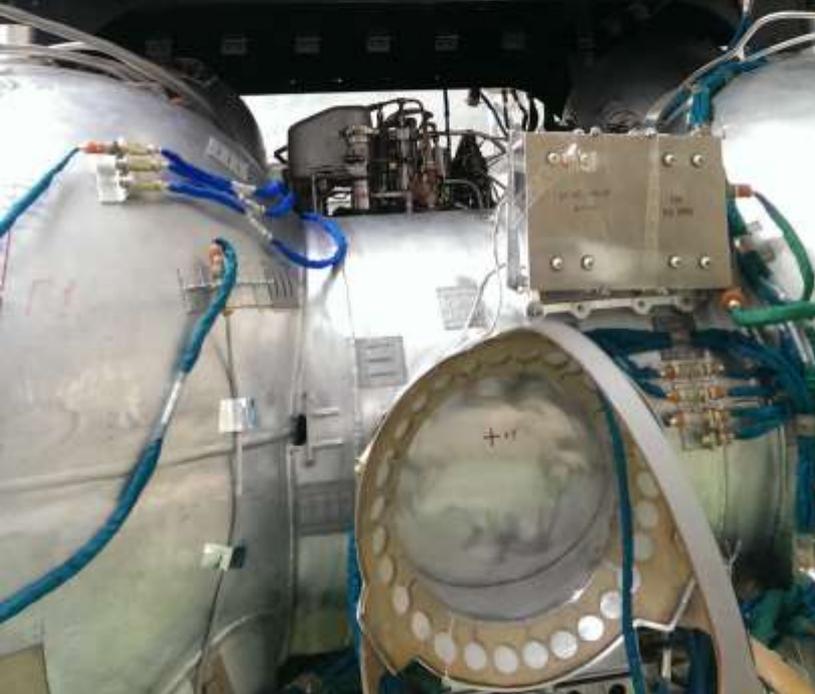


Проекты и исследования	Решаемые ЗАДАЧИ и ожидаемые результаты
<p>ЭТАП I: ЛУНА-АВТОМАТЫ</p> <p>Технологическая посадка автоматического аппарата «Луна-25» и высокоточная посадка автоматического аппарата «Луна-27» в район будущего строительства лунной базы в окрестности Южного полюса, изучение реголита и физических условий в полярном районе.</p> <p>Орбитальные исследования Луны, экзосферы и окололунного пространства с борта автоматического аппарата «Луна-26», выбор района строительства Лунной базы.</p> <p>Доставка для исследований на Земле лунного полярного реголита с летучими соединениями из района строительства Лунной базы в рамках проекта с автоматическим аппаратом «Луна-28».</p>	<p>Будет изучен состав и физико-химические свойства образцов (десятки граммов) полярного реголита с водяным льдом и другими летучими соединениями (на Луне и в наземных исследовательских центрах).</p> <p>Будет сделан выбор и начнется освоение наиболее перспективного района в области Южного полюса Луны для будущего развертывания на нем Лунной базы.</p> <p>Будут восстановлены прежние и созданы новые технологии и космические комплексы для автоматических перелетов по трассе Земля-Луна-Земля и исследований на поверхности Луны, будет создана наземная инфраструктура для обеспечения лунных проектов.</p>

С чего начать? Российская программа автоматических миссий



Луна - 25



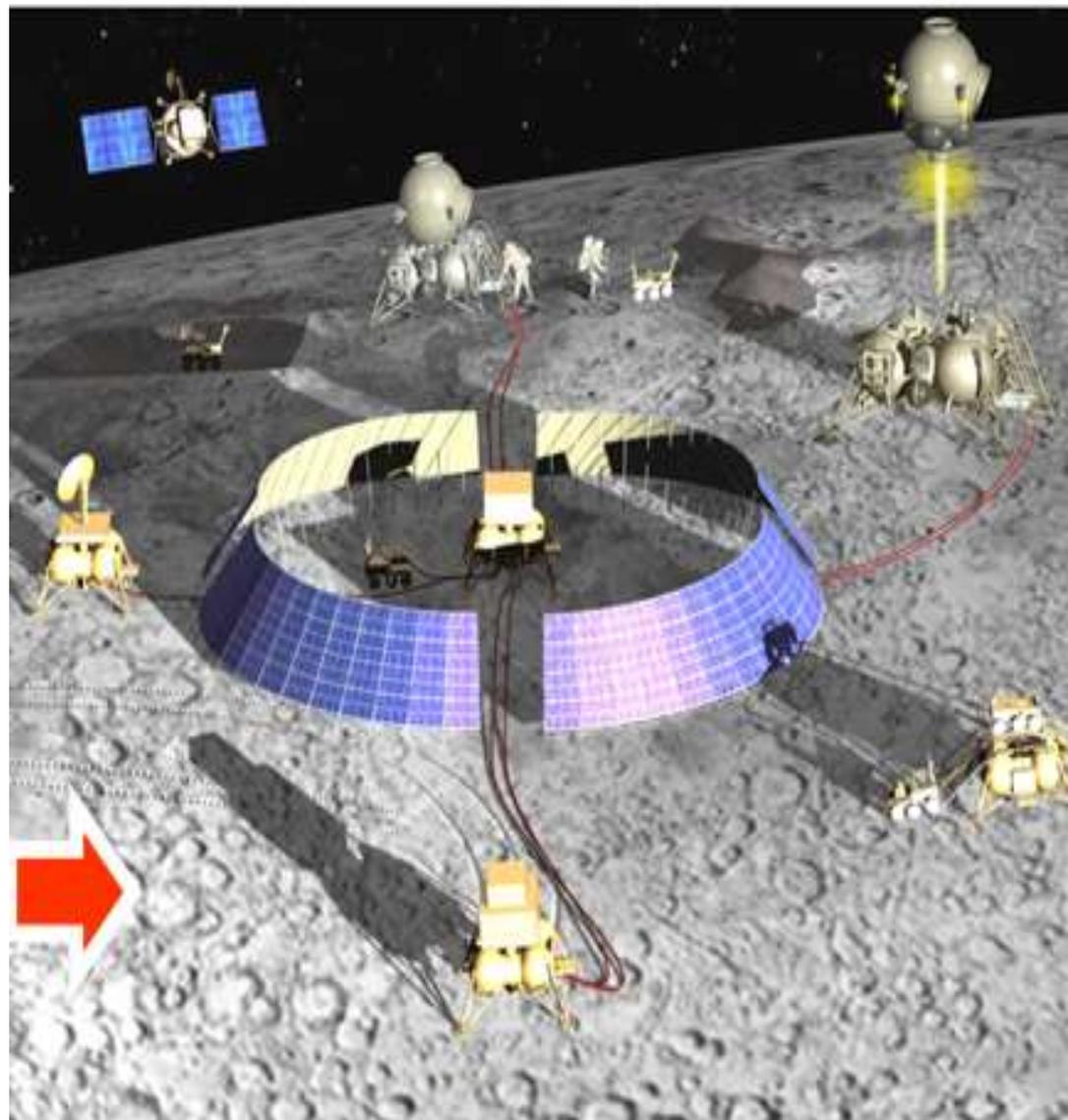
Проекты и исследования	Решаемые ЗАДАЧИ и ожидаемые результаты
<p>ЭТАП II: ЛУНА-ПОЛИГОН</p> <p>Проекты с использованием перспективного пилотируемого корабля ПТК-НП для пилотируемых экспедиций в окололунном космическом пространстве.</p> <p>Проекты с многократными автоматическими аппаратами на орбите и на поверхности Луны, которые будут взаимодействовать с пилотируемыми аппаратами на окололунной орбите.</p> <p>Проекты с автоматическими аппаратами на поверхности Луны для создания элементов инфраструктуры Лунного Полигона и доставки на Землю значительного количества лунного вещества.</p>	<p>Будут проведены испытания и отработки пилотируемого автономного полета в окололунном космическом пространстве.</p> <p>Будет проведена отработка совместных операций пилотируемого и автоматических аппаратов в окололунном космическом пространстве.</p> <p>В наземных исследовательских центрах будут проведены научные и технологические эксперименты с десятками килограммов образцов лунного реголита для детального изучения его состава, физико-химических и инженерных свойств.</p> <p>Будут созданы первые элементы инфраструктуры Лунного полигона.</p>

Создание форпоста на лунной поверхности – Лунный полигон

Проекты с использованием перспективного пилотируемого корабля **ПТК-НП** для пилотируемых экспедиций в окололунном космическом пространстве.

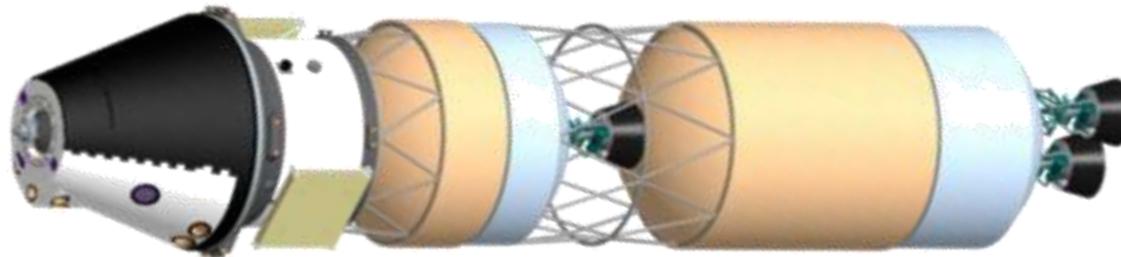
Проекты с многоразовыми автоматическими аппаратами на орбите и на поверхности Луны, которые будут взаимодействовать с пилотируемыми аппаратами на окололунной орбите.

Проекты с автоматическими аппаратами на поверхности Луны для создания элементов инфраструктуры **Лунного Полигона** и доставки на Землю значительного количества лунного вещества.



Пилотируемый транспортный корабль нового поколения

ПТК-НП с разгонным блоком. Корабль для доставки экипажа на окололунную орбиту и обратно.

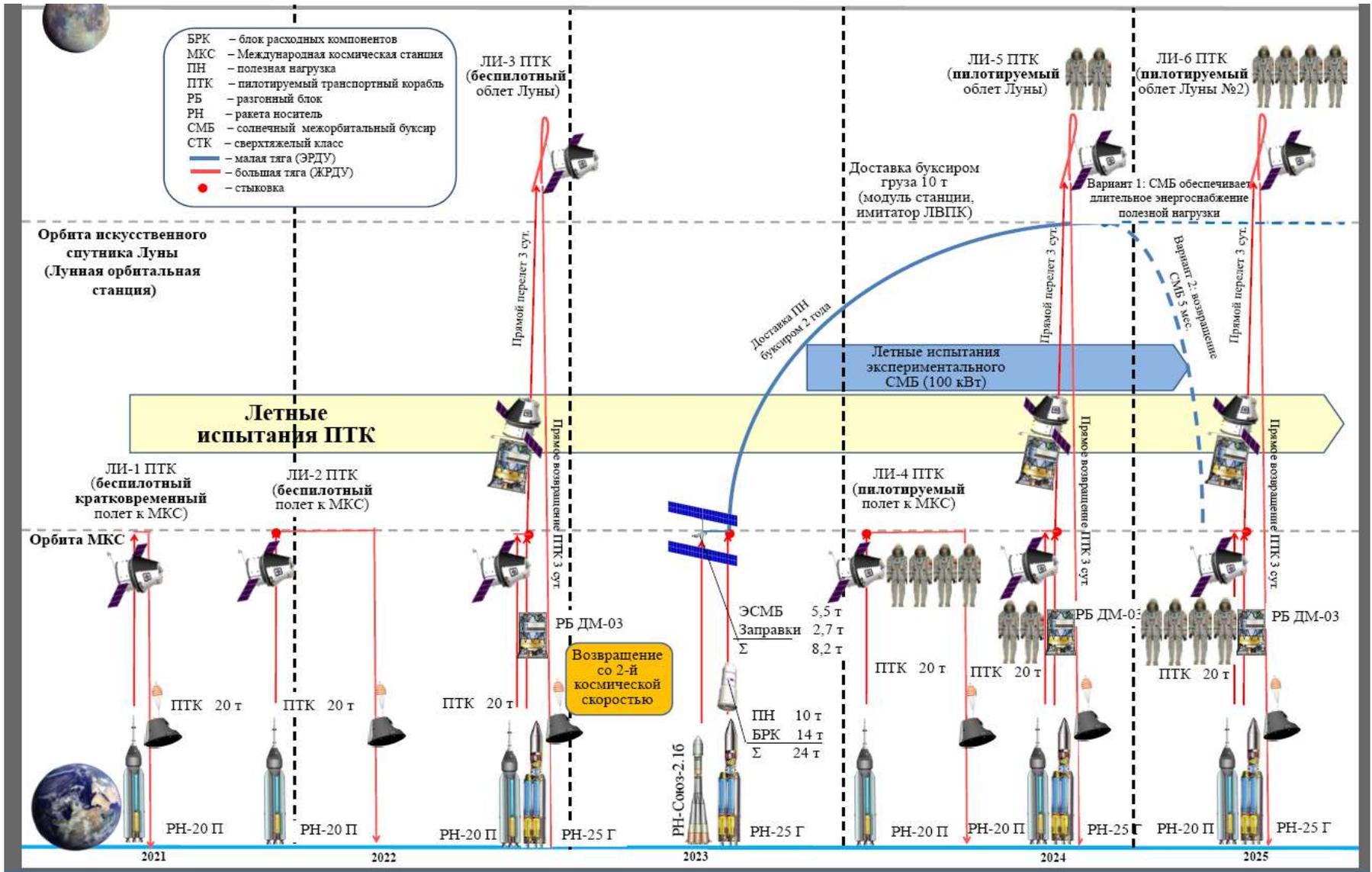


ПТК-НП

Разгонный блок

Масса на околоземной орбите, т	до 90
Масса корабля на окололунной орбите, т	до 20
Экипаж, чел	до 4
Время перелёта к Луне, сут	до 5
Время перелёта с околоземной на окололунную орбиту, сут	до 5
Полезный груз, кг	до 100
Длительность автономного полёта, сут	до 14

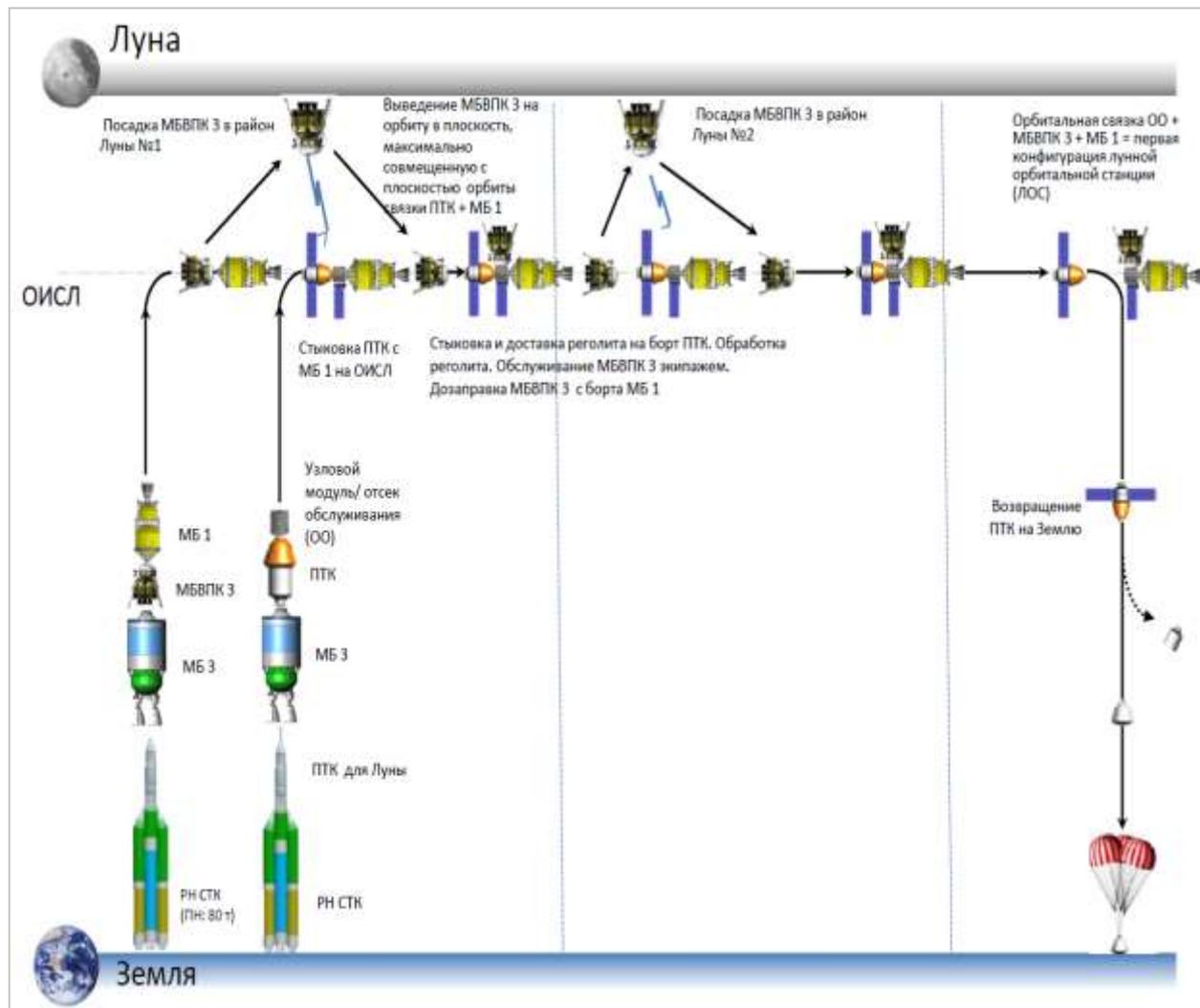
Создание форпоста на лунной поверхности – Лунный полигон



Создание форпоста на лунной поверхности – Лунный полигон

Для реализации проекта «Луна-Орбита» предложено четыре сценария, включающие проекты с использованием одного или двух автоматических луноходов.

Экипаж ПТК-Л обеспечивает дозаправку взлетно-посадочного аппарата, управление луноходами на поверхности Луны, перегрузку и предварительный отбор образцов лунного грунта для возврата на Землю.



Создание форпоста на лунной поверхности – Лунный полигон

Проект «Луна-Орбита» основан на взаимодействии на окололунной орбите трех космических аппаратов

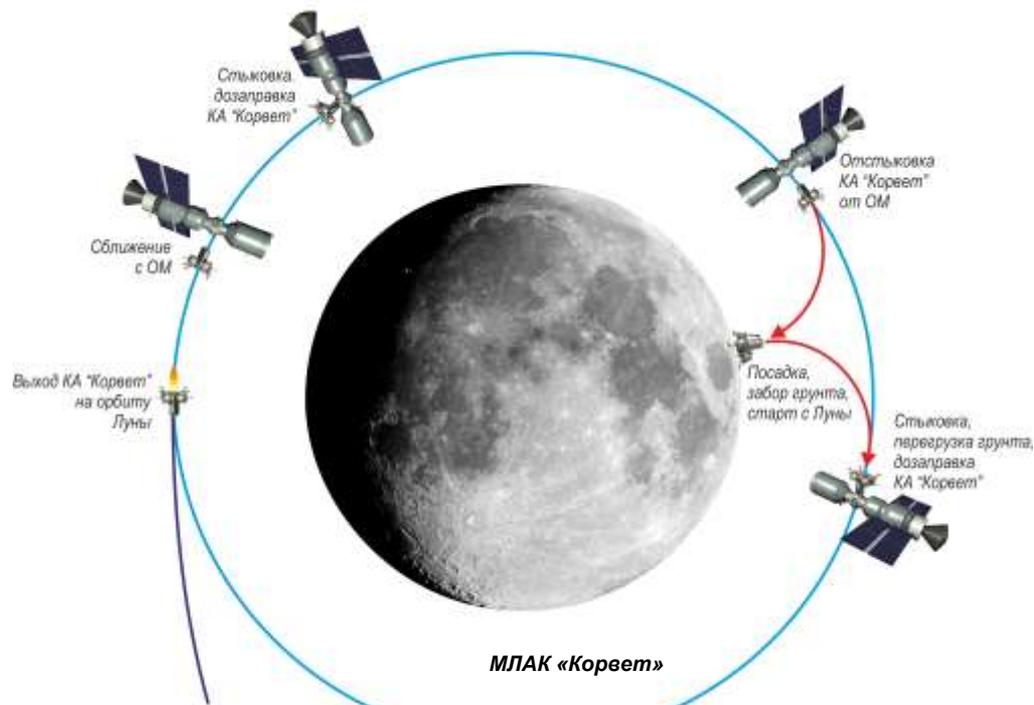
- Пилотируемого Транспортного Корабля **ПТК-Л**,
- Грузового Транспортного Корабля **ГТК-Л**

в составе Орбитального Модуля **ОМ** на окололунной орбите и

- Многократного Лунного Автоматического Корабля (**МЛАК**) «**Корвет**».

В течение одной экспедиции МЛАК «Корвет» совершает **3 – 5 посадок** на Луну, проводит исследования и доставляет на борт **ПТК-Л** образцы лунного грунта из различных районов Луны для доставки на Землю.

Экипаж **ПТК-Л** обеспечивает его дозаправку, перегрузку и предварительный отбор образцов для возврата на Землю.



Где и как строить лунную базу?

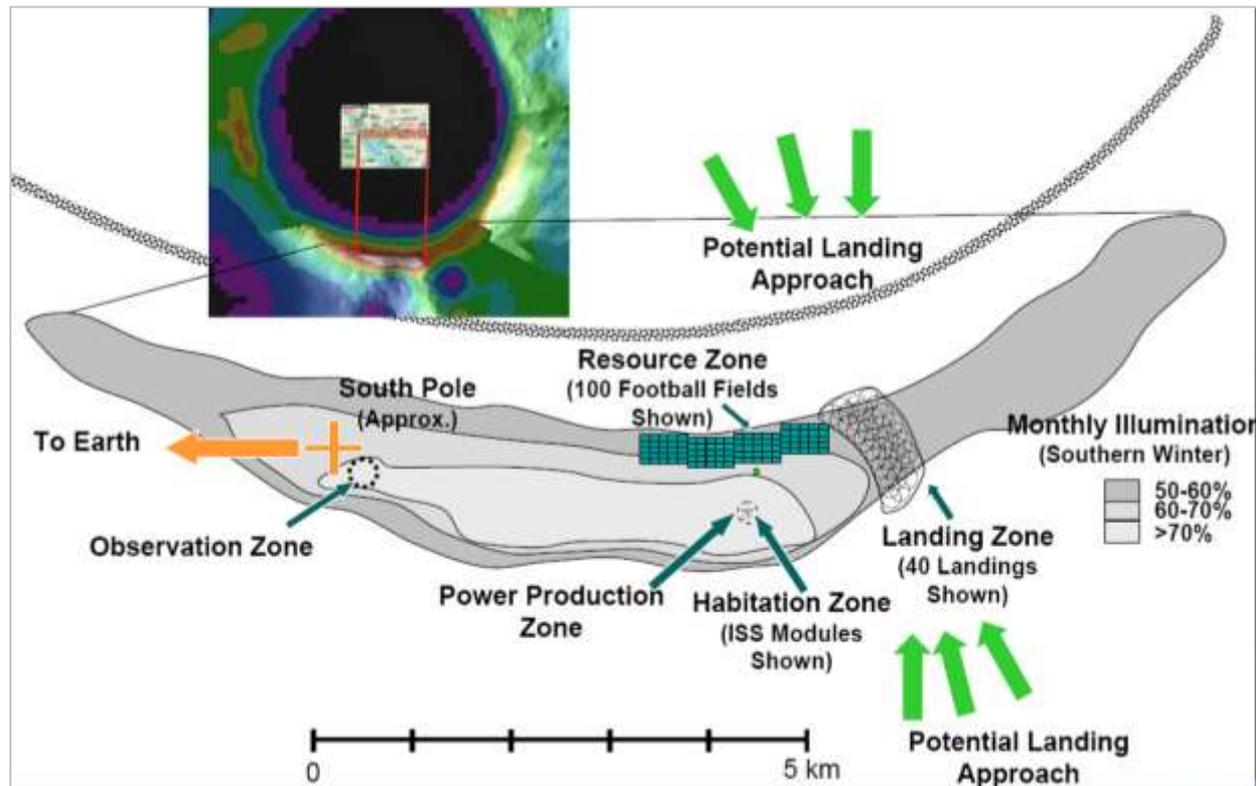
Проекты и исследования	Решаемые ЗАДАЧИ и ожидаемые результаты
<p>ЭТАП III: ЛУНА-ЭКСПЕДИЦИЯ</p> <p>Экспедиции посещения космонавтами района размещения Лунной Базы и развертывание первых элементов ее космической инфраструктуры.</p> <p>Начало развертывания и эксплуатации элементов Лунной Астрофизической Обсерватории и Станции мониторинга Земли.</p> <p>Создание стендов для отработки технологий использования лунного вещества для создания лунной космической инфраструктуры.</p>	<p>Будет проведена совместная отработка пилотируемого лунного орбитального и посадочного аппаратов, мобильных средств и устройств лунной космической инфраструктуры.</p> <p>Начнутся регулярные астрономические наблюдения космического пространства и Солнца с поверхности Луны, и также непрерывный мониторинг природных и технологических процессов на Земле.</p> <p>Начнется создание первых элементов лунной космической инфраструктуры из лунного вещества, возникнут первые элементы Российской Лунной Базы</p>

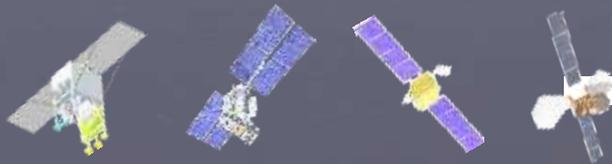
Где и как строить лунную базу?

План размещения лунной базы США на склоне южного полярного кратера Shackleton (интенсивность серого цвета отмечает продолжительность периода освещенности в % от лунных суток)

В XXI веке космические державы отправятся на Луну для выяснения возможностей ее практического использования. Космические державы будут закреплять за собой **национальные плацдармы** в наиболее удобных районах Луны. Впоследствии на них будут создаваться лунные базы и будет разворачиваться инфраструктура для освоения Луны.

Лунные плацдармы будут выбираться из условий максимально продолжительной **освещенности** и наличия в их непосредственной окрестности залежей **водяного льда**.





Группировка космических аппаратов связи, навигации, исследования природных ресурсов Луны



Лунная орбитальная станция



Многоразовый межорбитальный буксир

Модуль производства ракетного топлива



Лунный посадочный комплекс



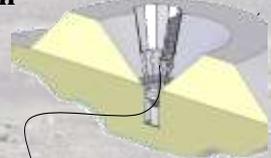
Посадка ПК с модулем лунной базы

Шлюзовой модуль

Научно-исследовательский модуль

Лунная база

Ядерная энергоустановка

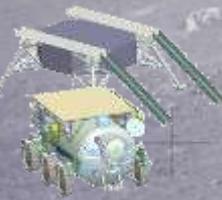


Транспортный луноход

Транспортировка на транспортном луноходе модулей лунной базы

Складской модуль

Посадочный комплекс и ПЛХ



Зона для подъезда лунохода

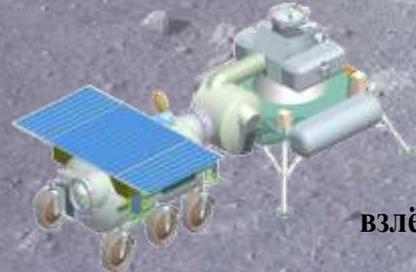
Пилотируемый луноход



Автоматическая станция на поверхности Луны

Командно-жилой модуль

Производственно-ремонтный модуль



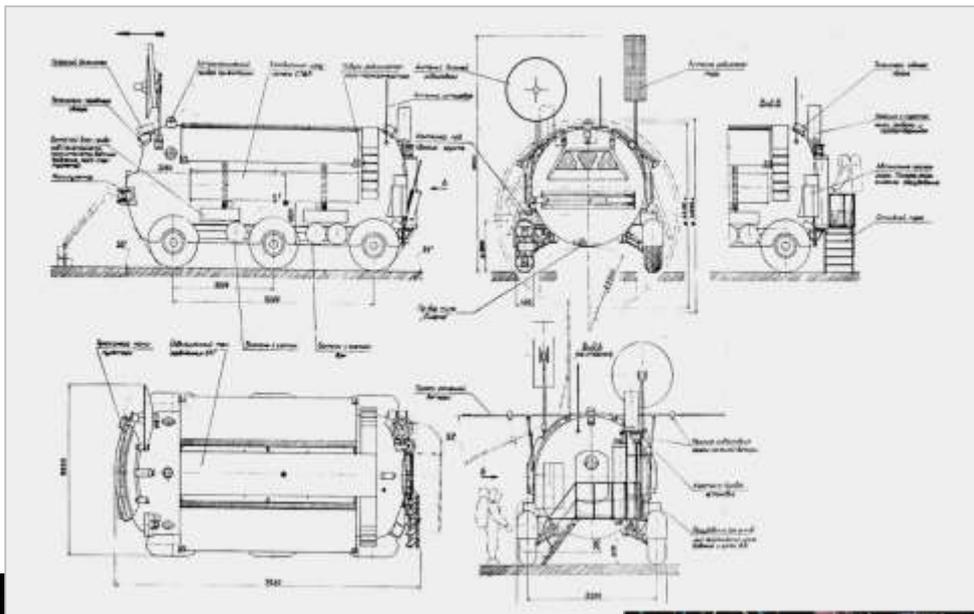
Лунный взлётно-посадочный комплекс

Масса лунной базы, т	до 100
Масса одного модуля базы, т	до 10
Суммарный объём базы, м ³	350
Количество модулей	До 12
Экипаж, чел.	3 - 6

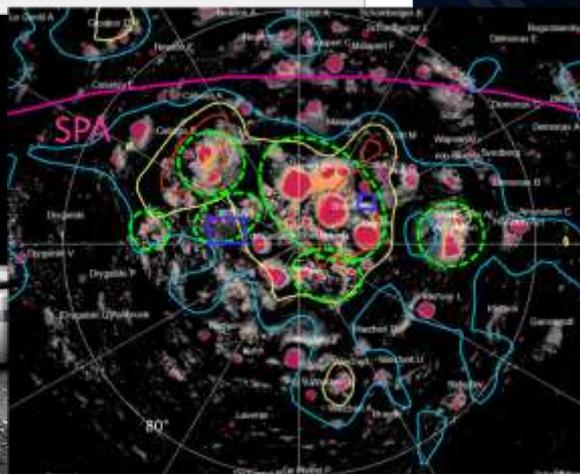
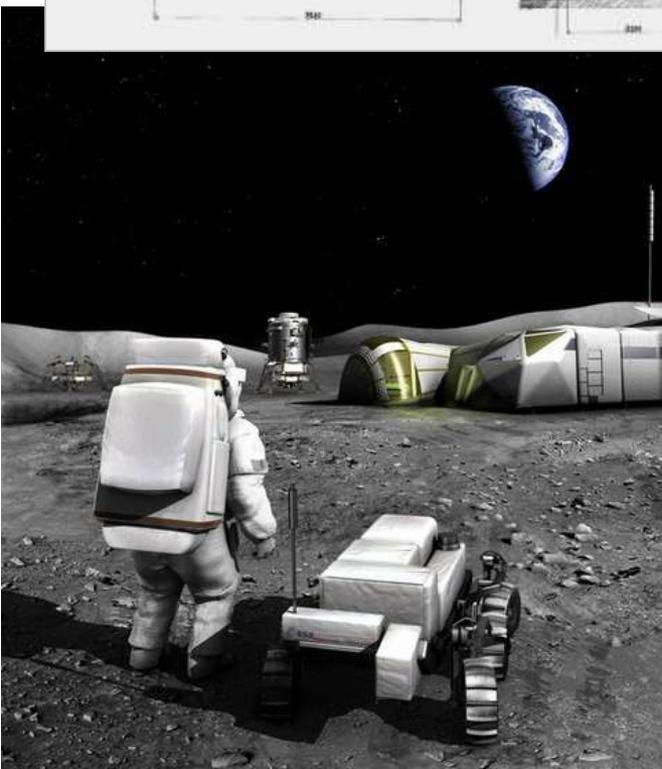


Автоматический аппарат для доставки лунного грунта

**Проект герметичного пилотируемого лунохода
(материалы чл.-корр. РАН И.В. Бармина)**



В СССР были созданы прототипы лунной инфраструктуры для применения в будущей Российской лунной базе (из материалов чл.-корр. РАН И.В. Бармина)



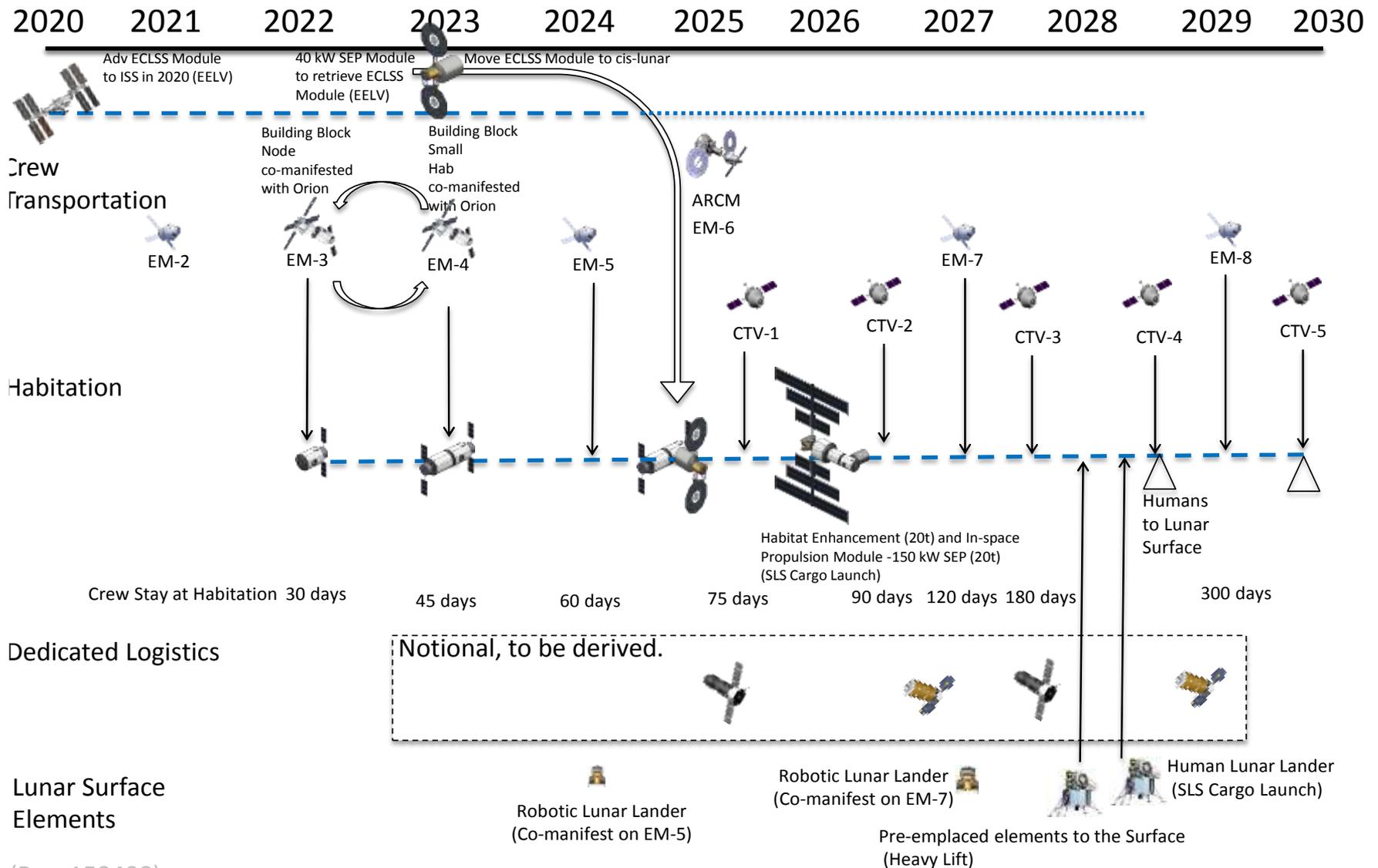
contours: PSR S pole potential ROI Prospect Rover test sites



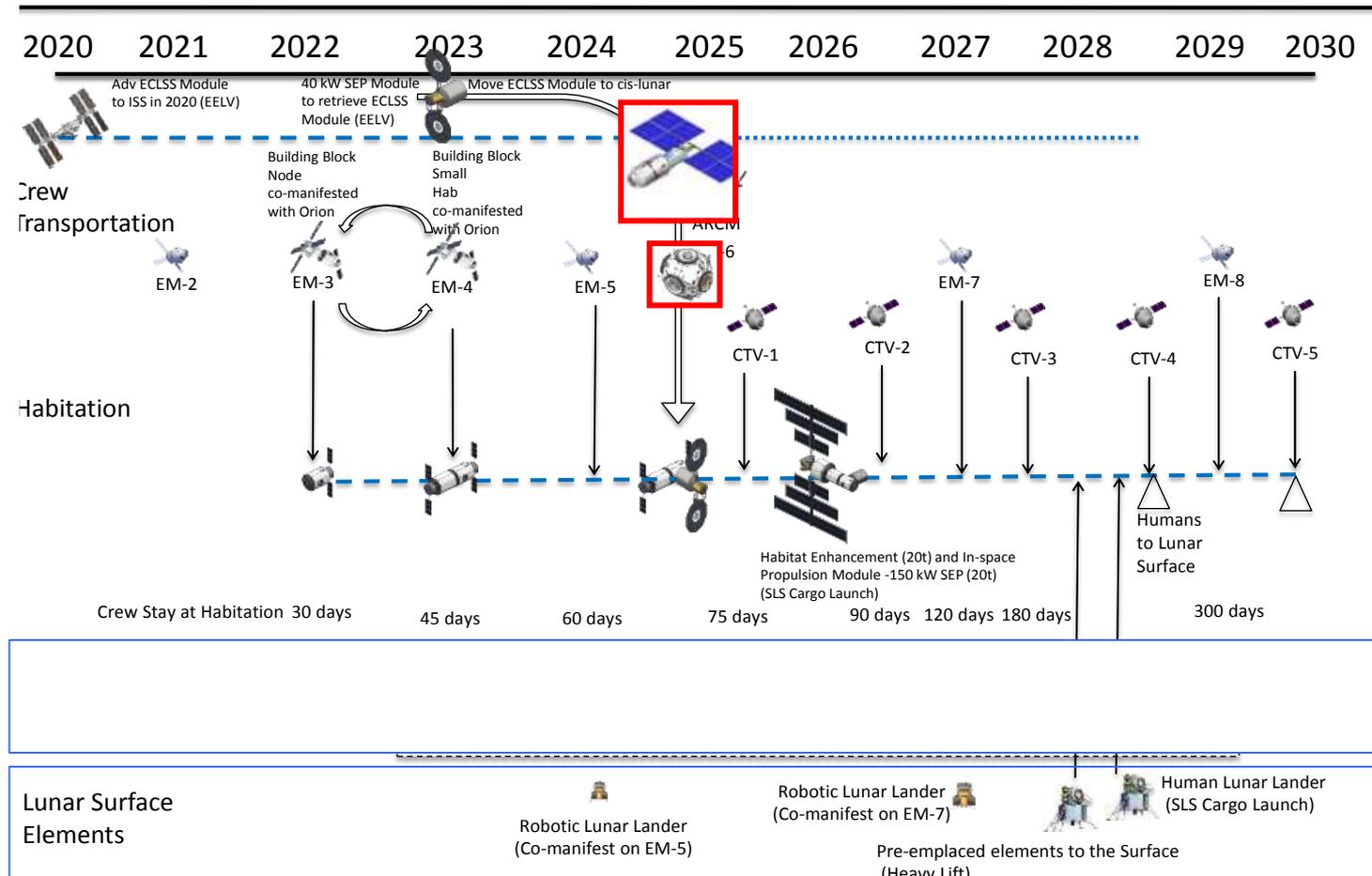
**Продолжительное пребывание и работа
космонавтов на лунной поверхности.
Использование 3D технологий для
создания элементов конструкции из
лунного материала**



Scenario 2a: Small Building Blocks First (+ Advanced ECLSS Module Early)



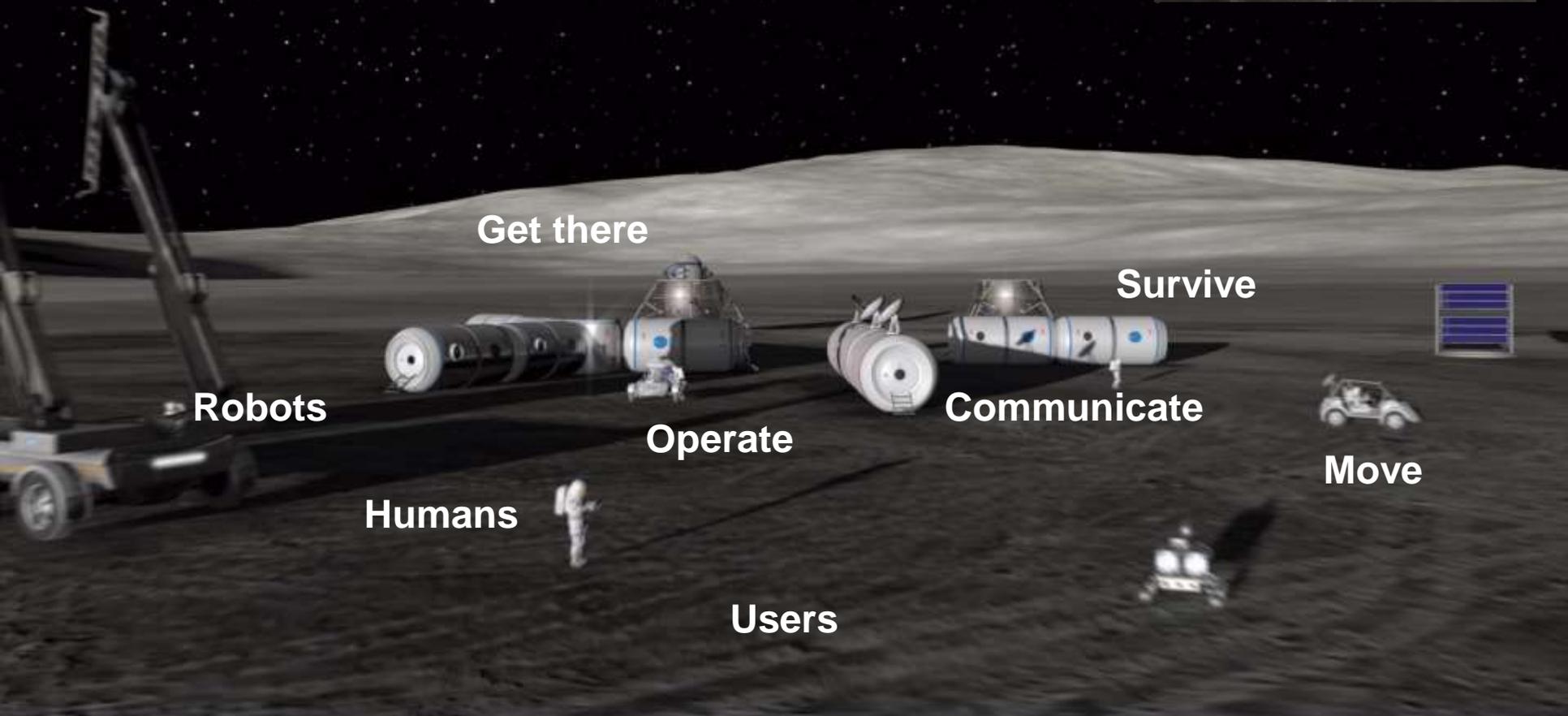
Scenario 2a: Small Building Blocks First (+ Advanced ECLSS Module Early)



(Rev. 150408)



Базовые понятия



Get there

Survive

Robots

Communicate

Operate

Move

Humans

Users

