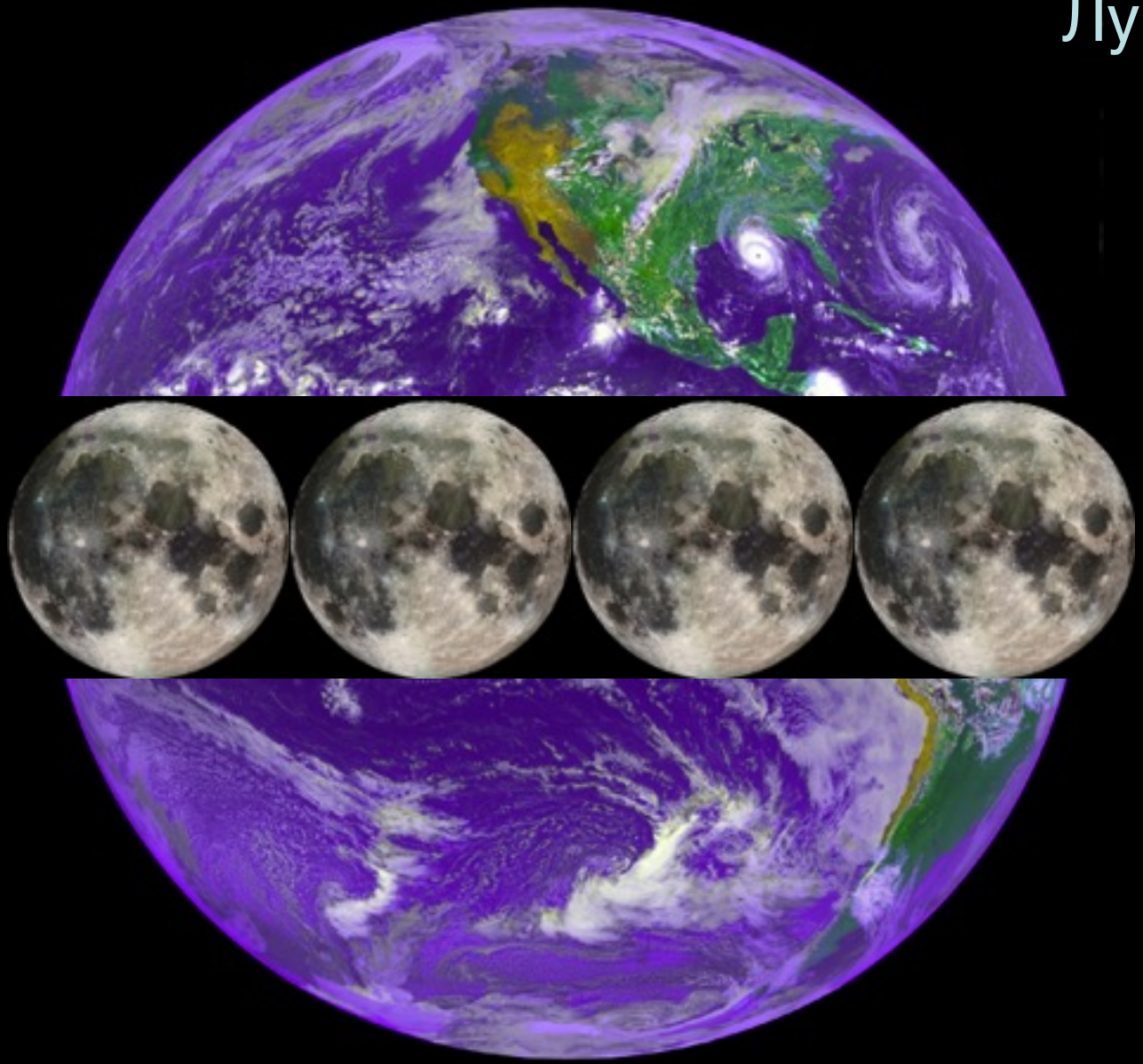
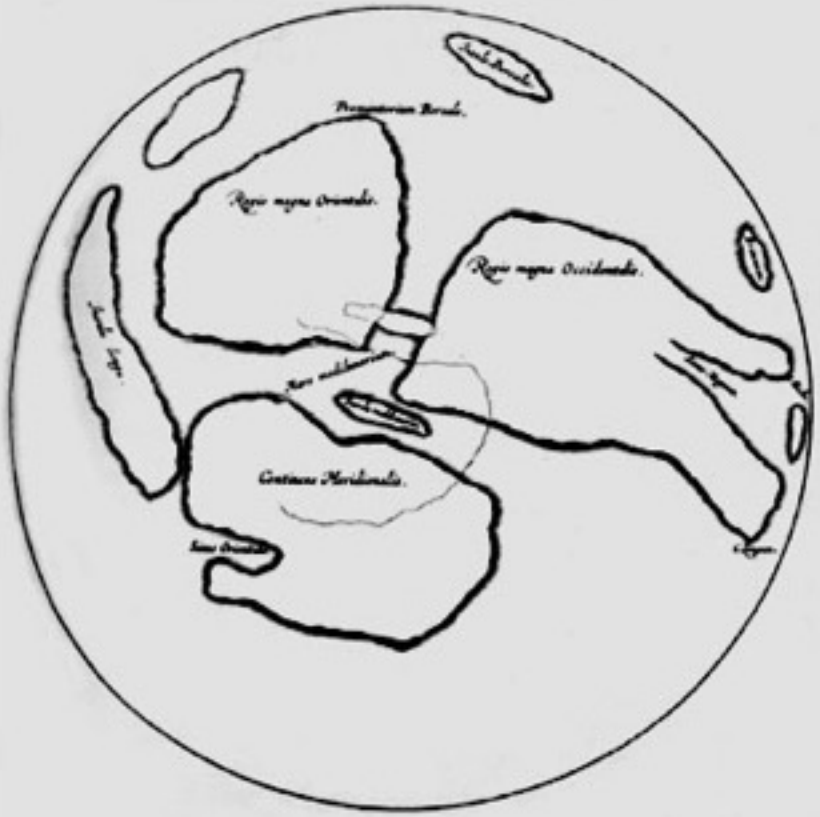
В. Г. Сурдин, ГАИШ МГУ

ПУТЕШЕСТВИЕ из Калуги на Луну

Луна – спутник Земли

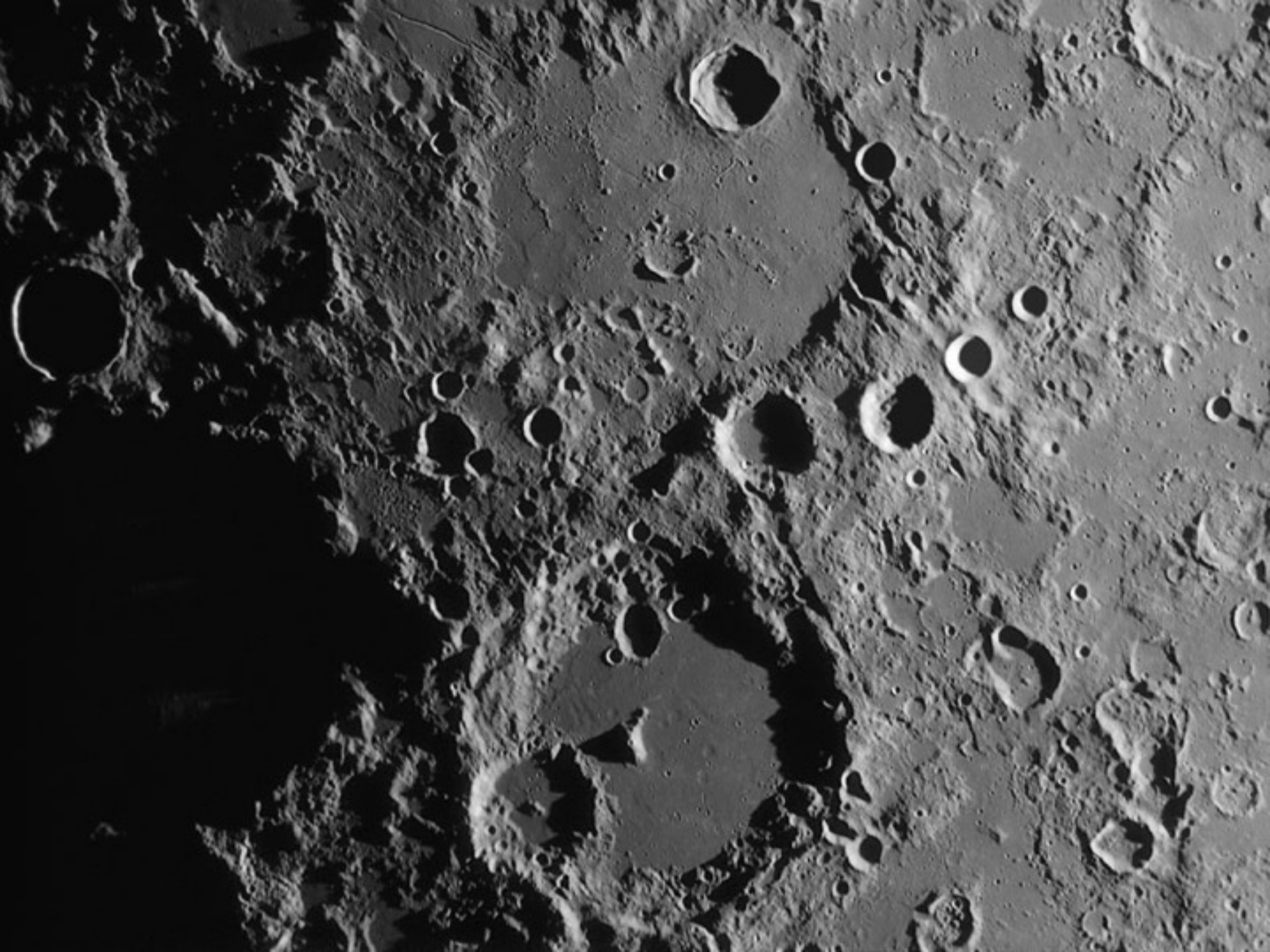


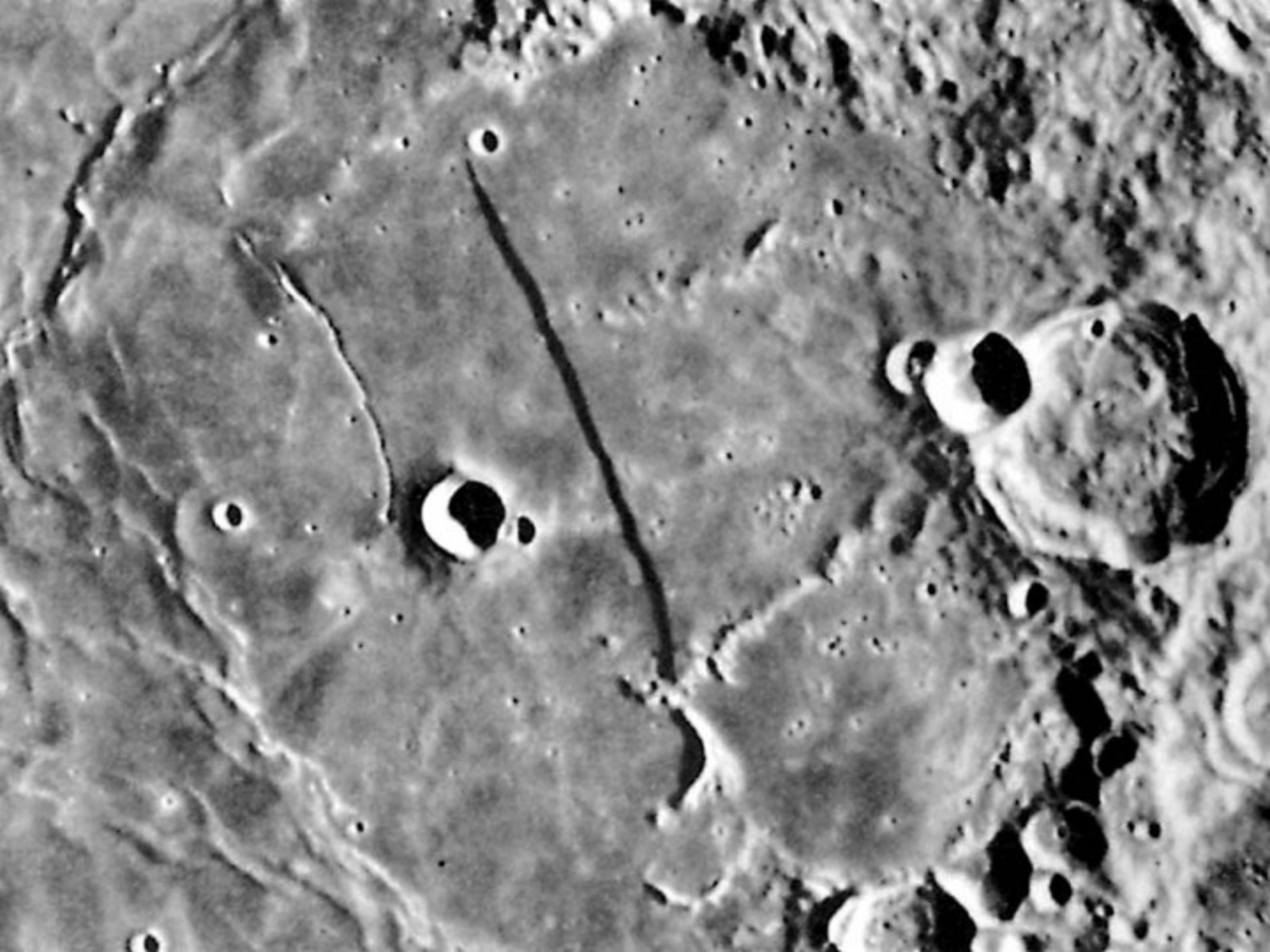
Веста
Церера
Меркурий
Луна



Вильям Гильберт (1540-1603)

Наблюдение Луны невооруженным глазом





К. Э. Циолковский "На Луне", 1887 г.
Москва, тип. И. Д. Сытина, 1893.
Рис. А. Е. Gofman

Ракета Фау-2 (V-2)
Вернера фон Брауна
Германия

1942 - 1952

Высота 14 метров
Масса 12,5 тонн

Топливо:
3,8 т этанол (75%) + вода (25%)
4,9 т жидкий кислород

Боеголовка: 1 тонна аммонита

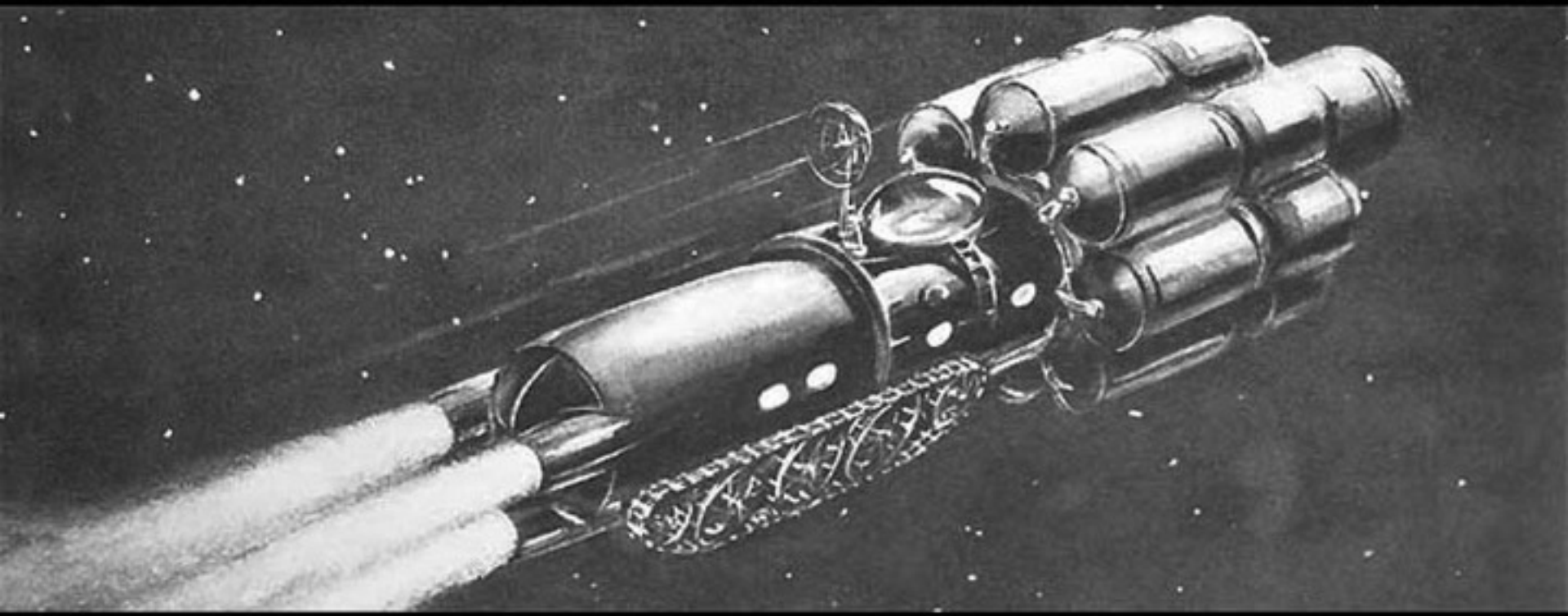
Максимальная скорость 1,6 км/с

Дальность полета 320 км

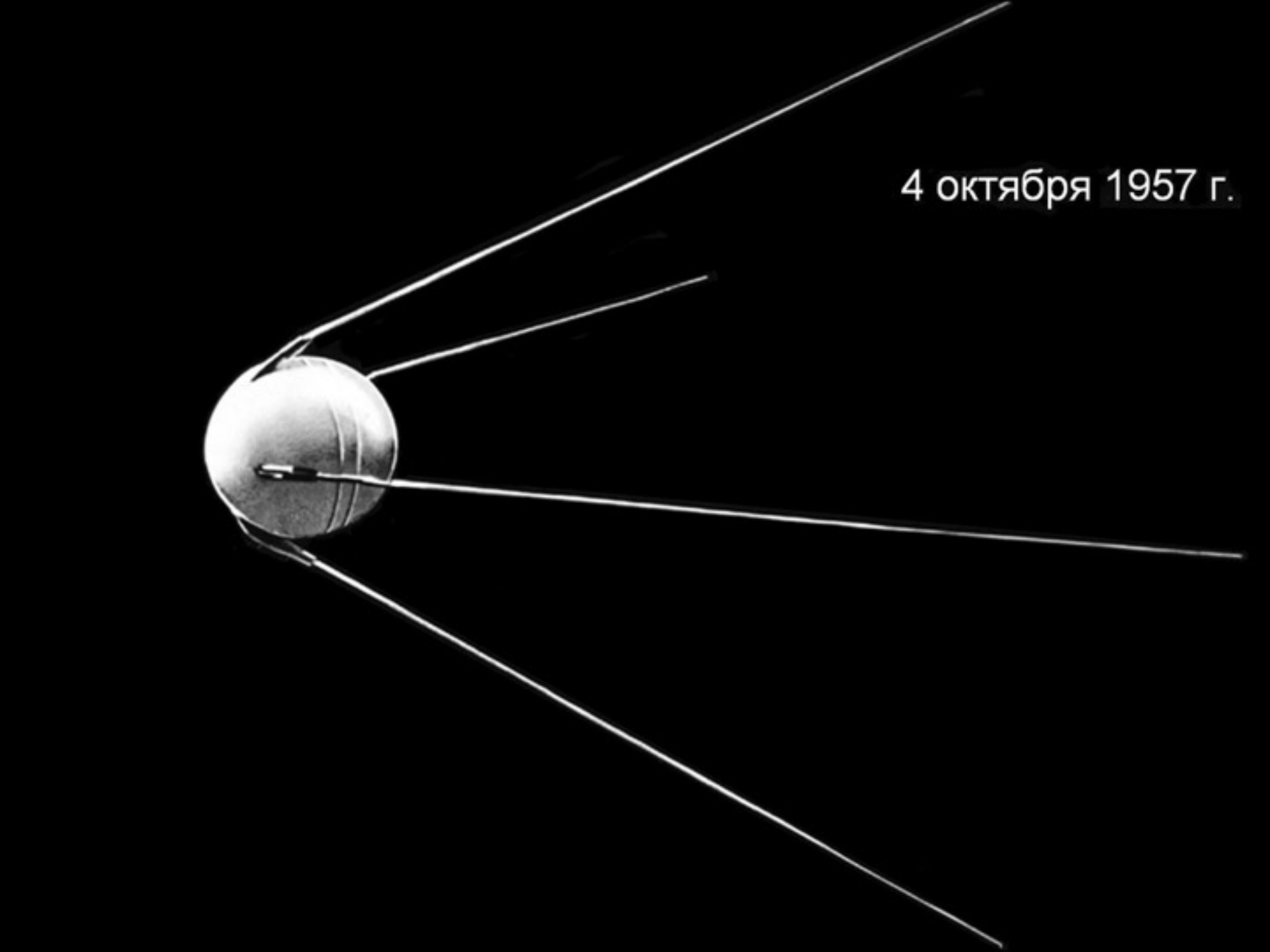
Максимальная высота
вертикального полета 208 км

Обложка “лишнего” журнала
“Знание - сила” за 1954 г.

Советская база на Луне
иллюстрация 1954 г.



Проект лунного космического корабля «ЛК-3»
Ари Штернфельда (1952 г.)


4 октября 1957 г.

Луна-1 (СССР)

Запуск 2 янв 1959

Пролет Луны 4 янв

Первая искусственная планета “Мечта”

Впервые:

достигнута 2-я косм. скорость

перелет к иному небесному телу

Прошел в 6000 км от поверхности Луны

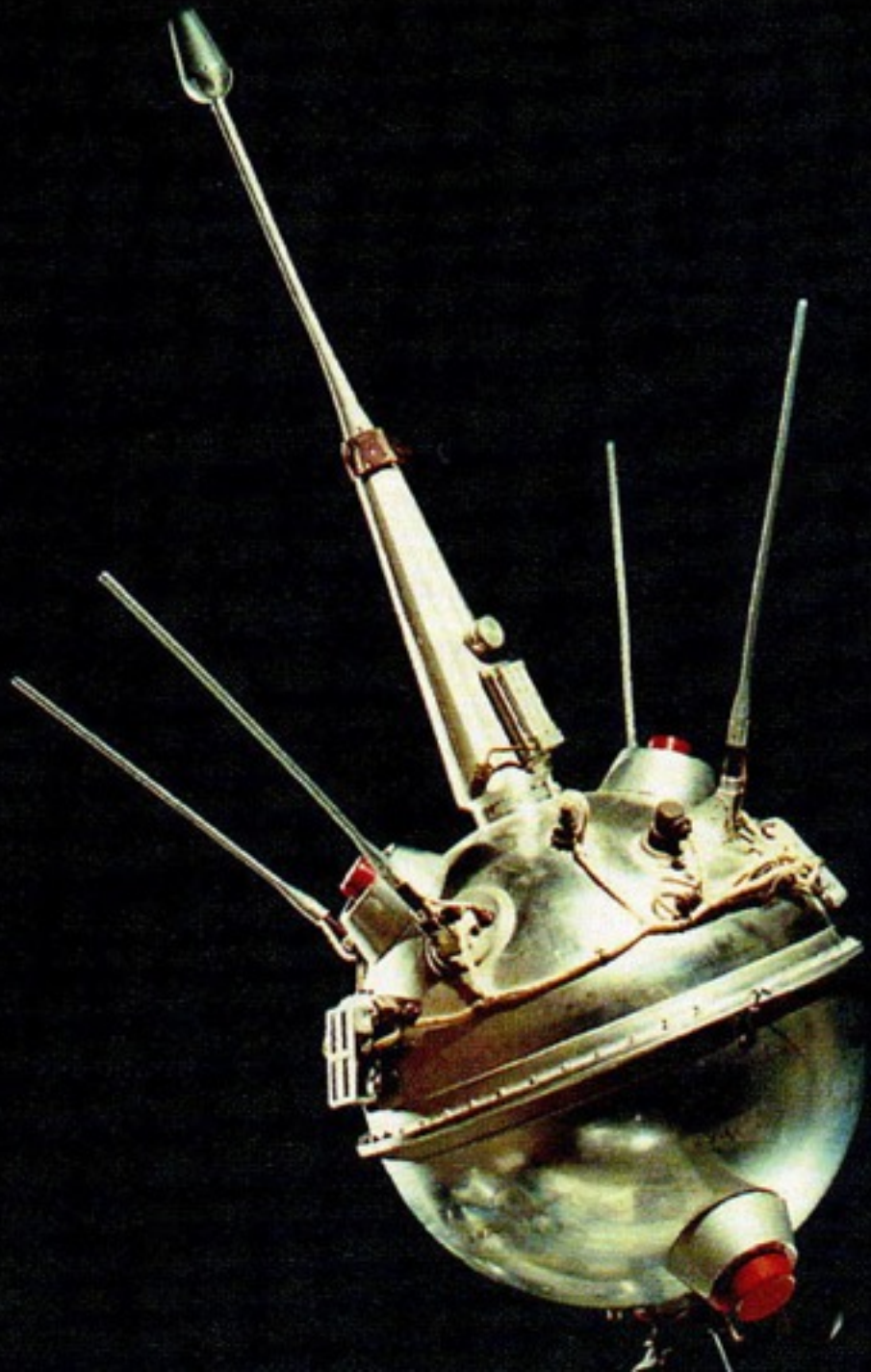
Луна-2, “Лунник”, Lunik

Запуск 12 ноября 1959
Жёсткий контакт с Луной
14 ноября в 22:02:24 UT

у юго-восточного берега
Моря Дождей
Залив Лунника
(Болото Гниения)

Первый в истории
межпланетный перелет

Обнаружено, что у Луны
нет магнитного поля



Почтовая марка, выпущенная в честь первого полета на Луну

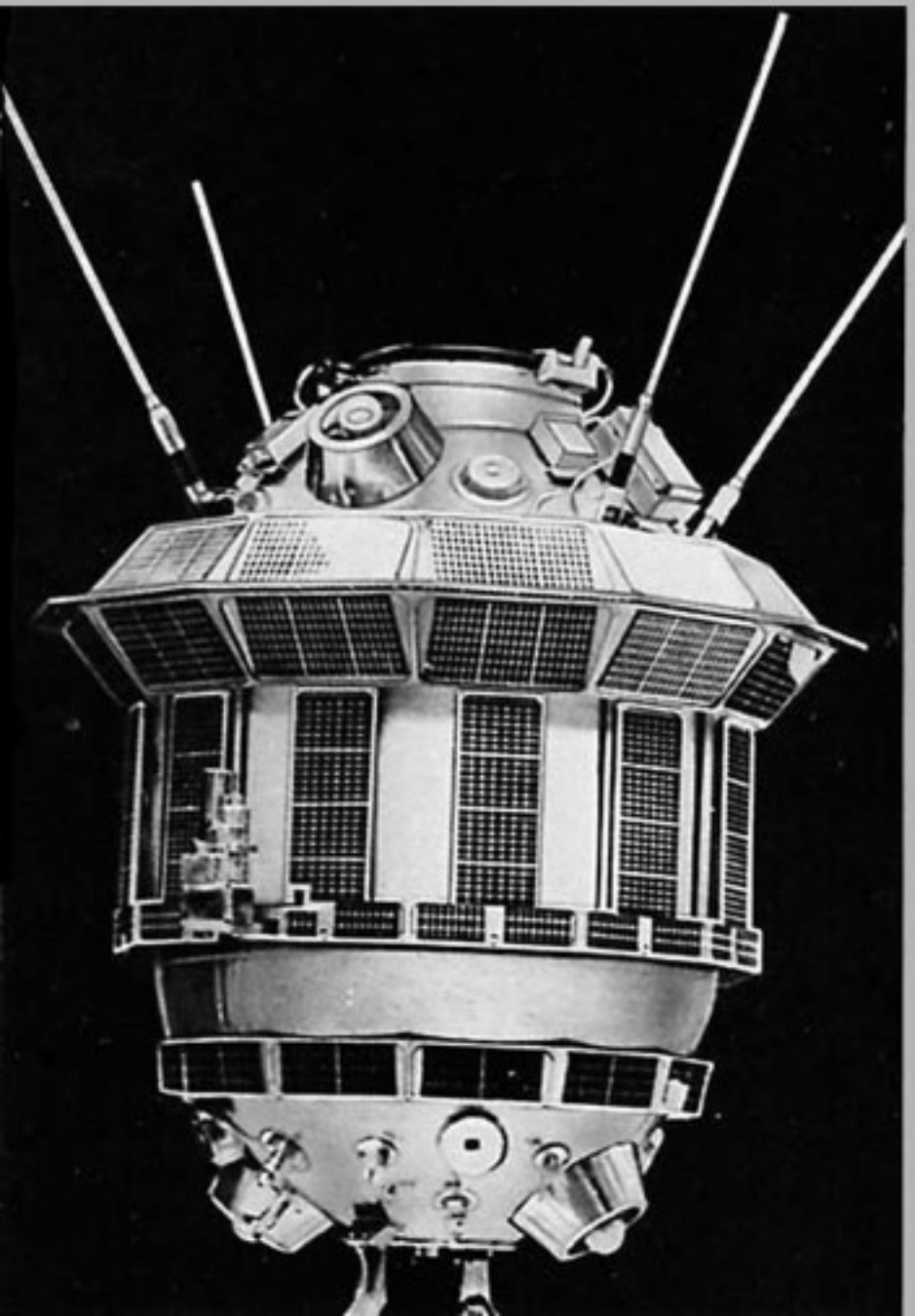
Вымпелы, доставленные на Луну советской АМС “Луна-2”
13 сентября 1959 г. в 21:02:24 UTC

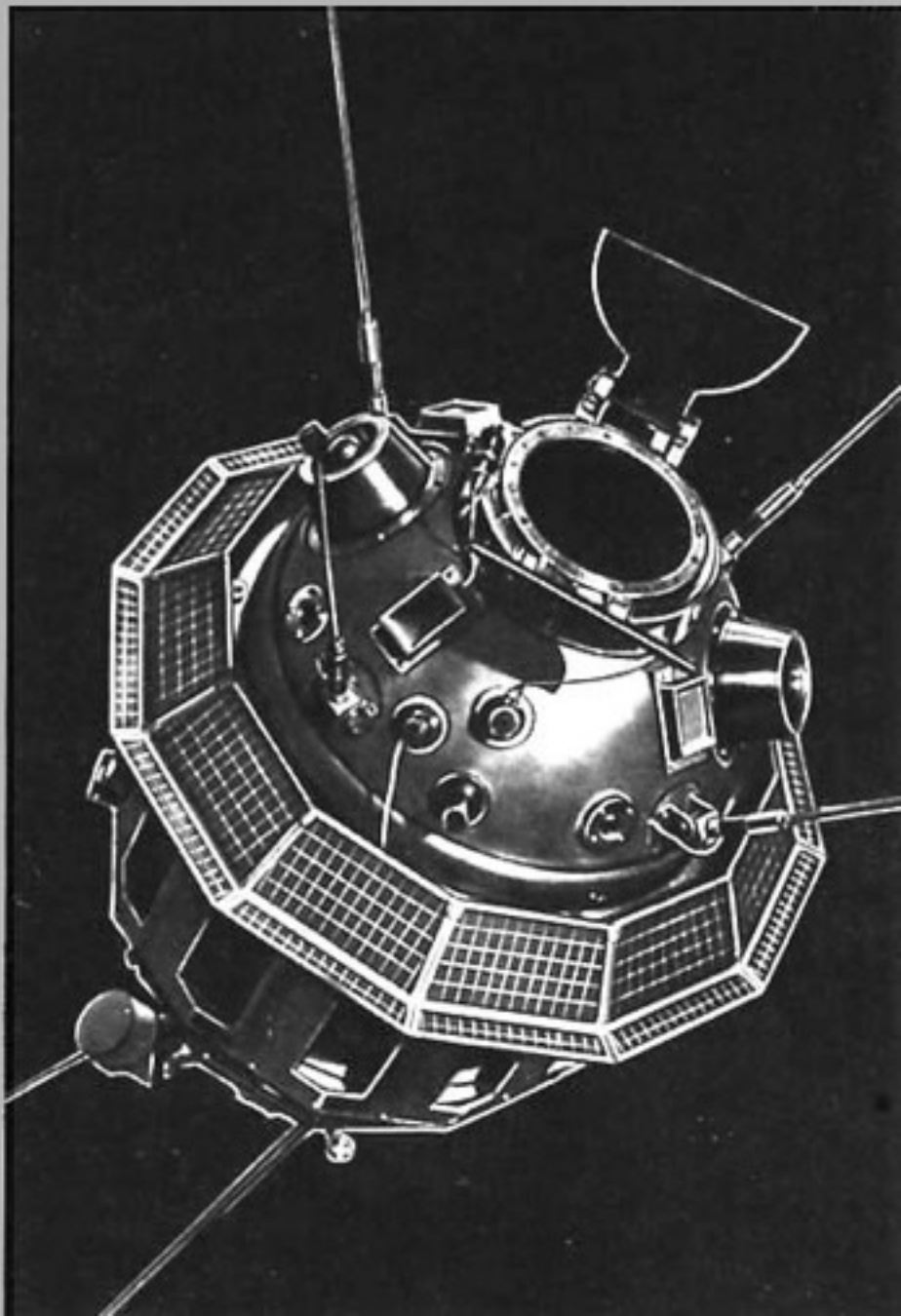
Вымпел “Лунника”

В момент удара о Луну шар взрывался (для смягчения удара) **и делился на памятные знаки с гербом СССР**

Мыс Лунник в Антарктиде (1959 г.)

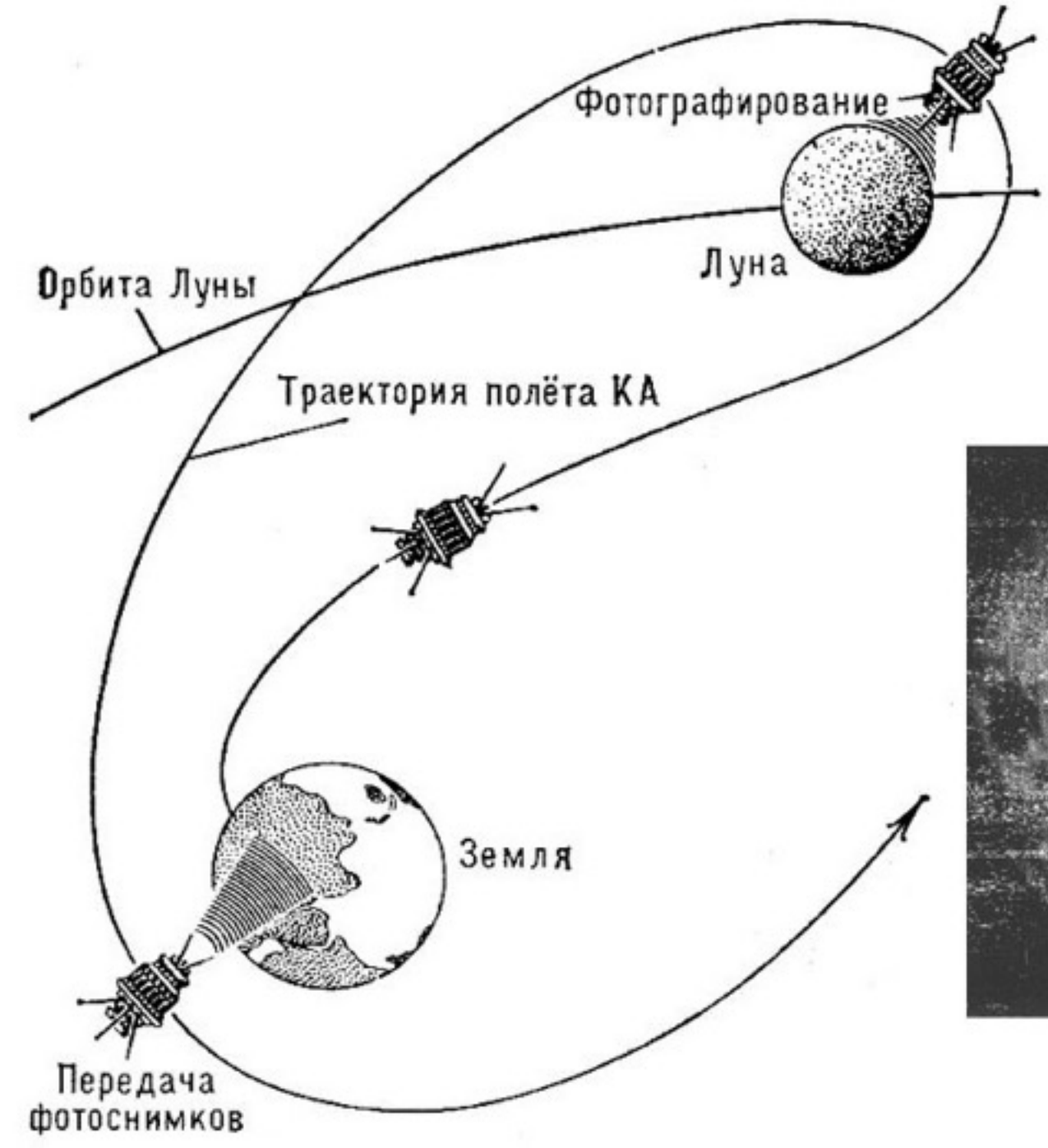
Луна-3 впервые показала обратную сторону Луны 7 октября 1959

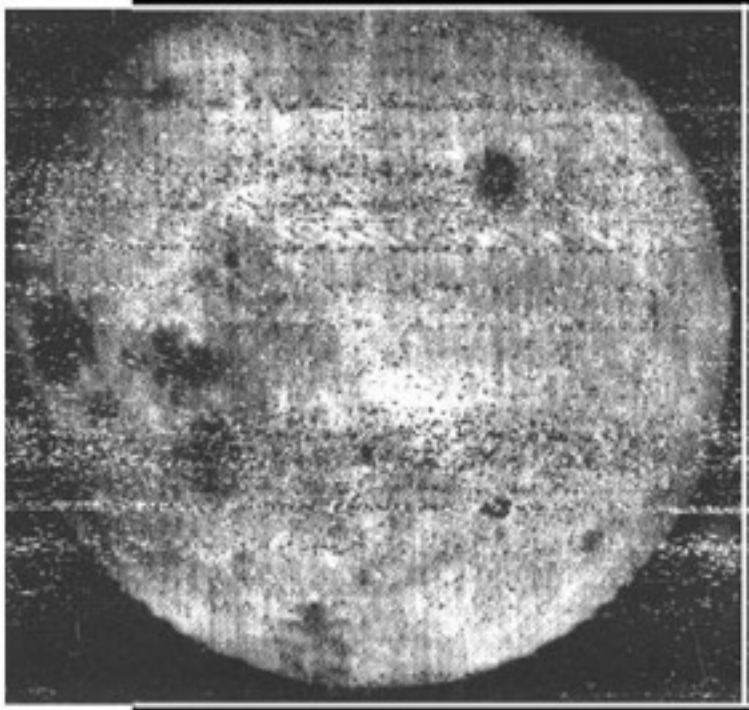




Луна-3

1959 г.


Фотографирование
Луна
Орбита Луны
Траектория полёта КА
Земля
Передача
фотоснимков



СОВЕТСКАЯ МЕЖПЛАНЕТНАЯ СТАНЦИЯ

СФОТОГРАФИРОВАЛА

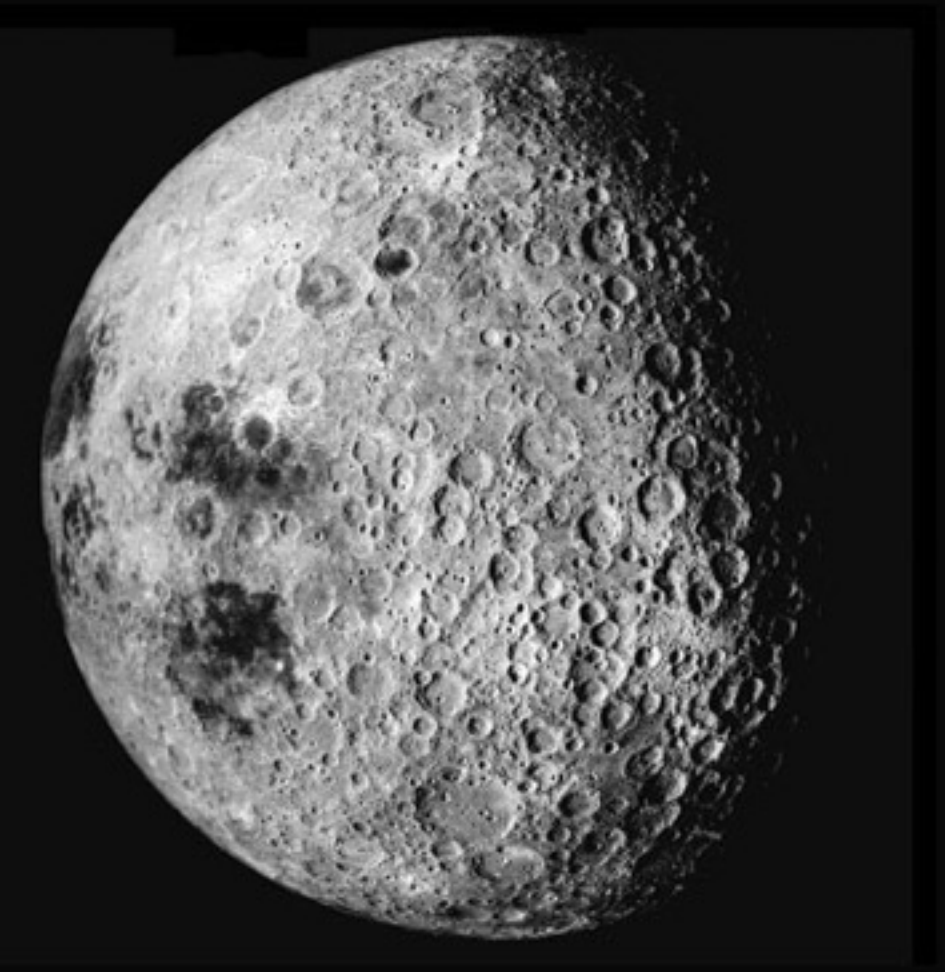
7.X.1959

НЕВИДИМУЮ СТОРОНУ ЛУНЫ

ПОЧТА СССР 40 КОП.

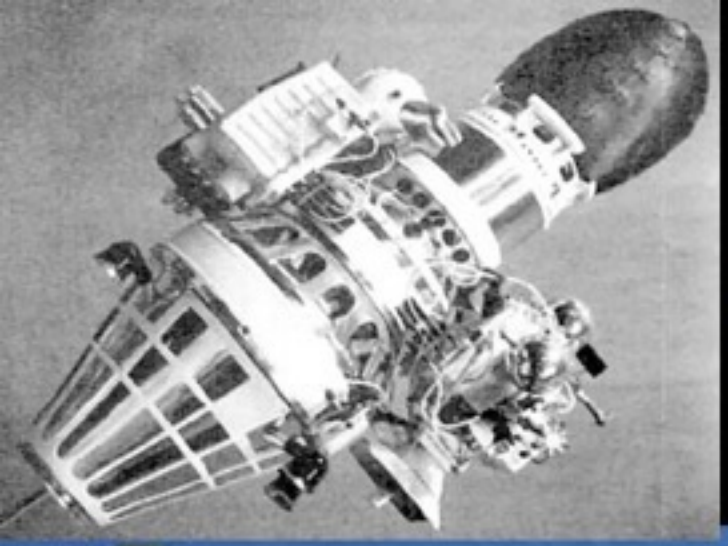
ОБРАТНАЯ СТОРОНА ЛУНЫ,
СФОТОГРАФИРОВАННАЯ
СОВЕТСКОЙ МЕЖПЛАНЕТНОЙ СТАНЦИЕЙ
7.X.1959
С
Ю
ВИДИМОЙ СТОРОНЫ ЛУНЫ
ГРАНИЦА
МОРЕ МОСКВЫ
ЗАЛИВ АСТРОНАВТОВ
ХРЕБЕТ ЛОМОНОСОВ
ЖОЛИО-КЮРИ
СОВЕТСКИЙ
ЦИОЛКОВСКИЙ
МОРЕ МЕЧТЫ
ПОЧТА СССР
60 КОП.

Луна



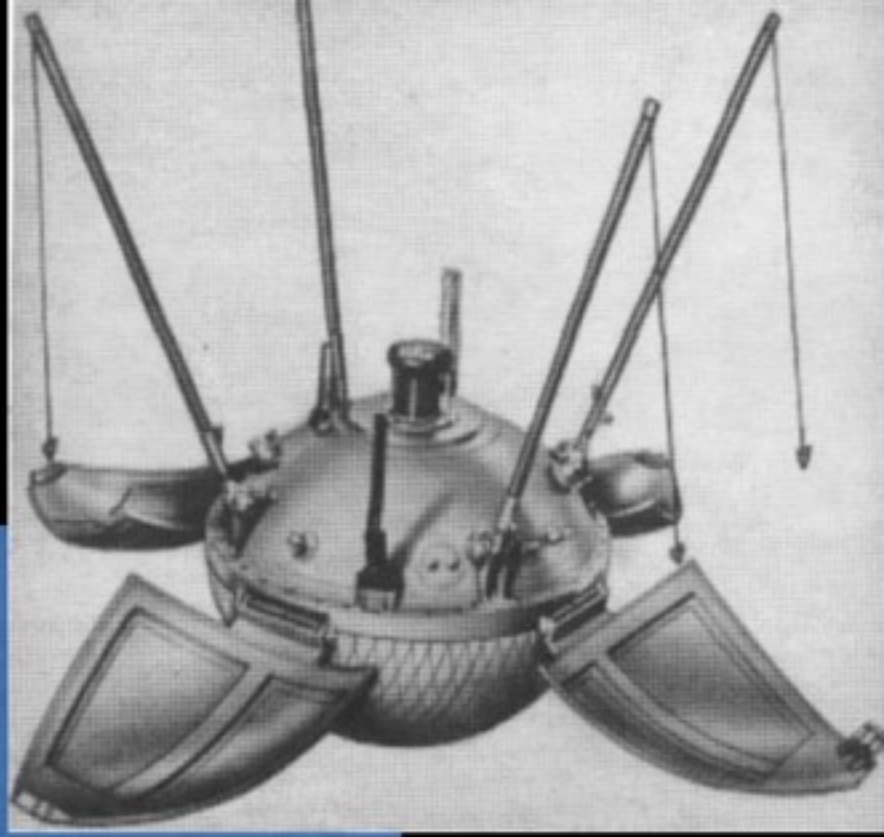
Обратная сторона Луны

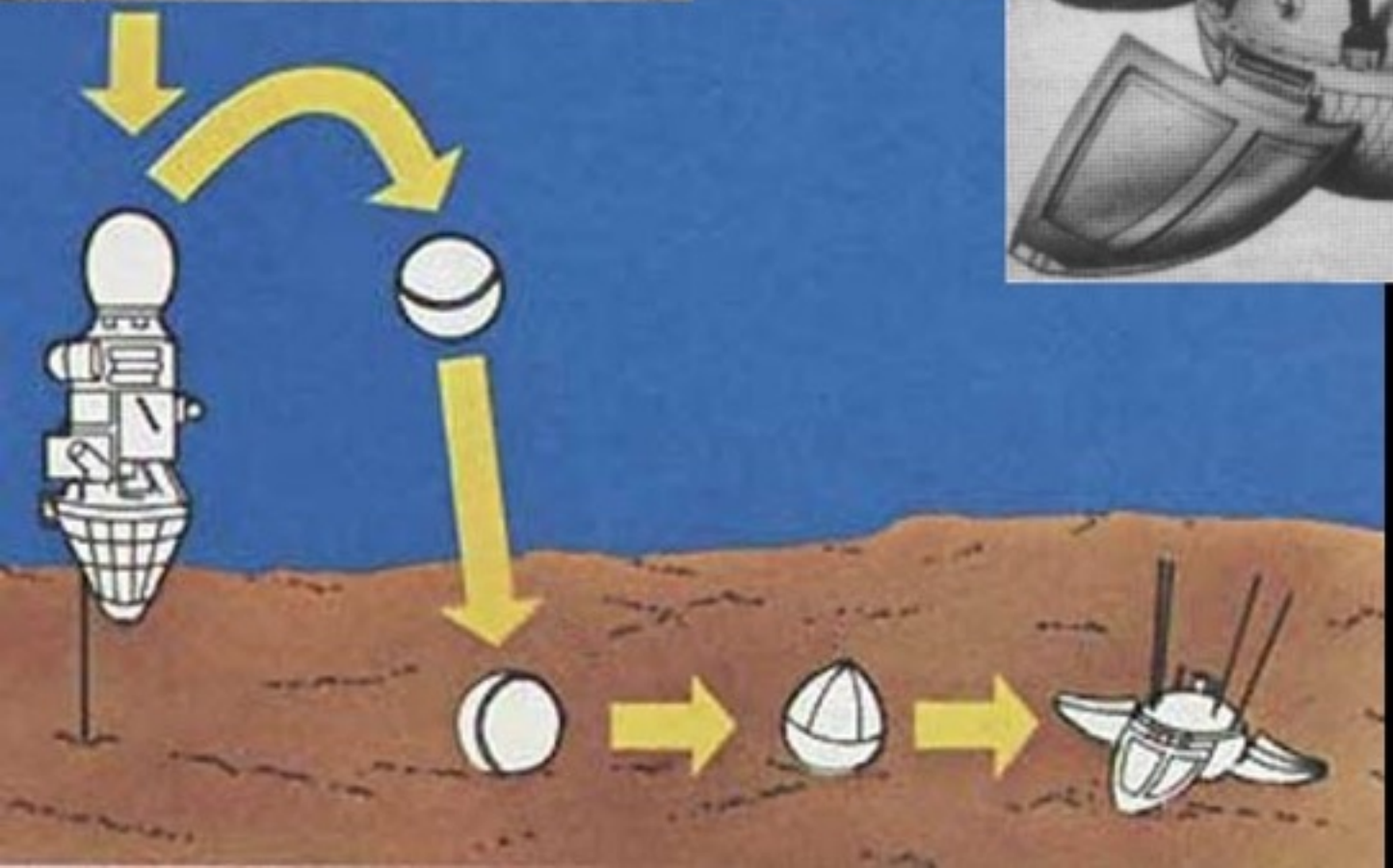
“Рейнджер”
1962-65 гг.



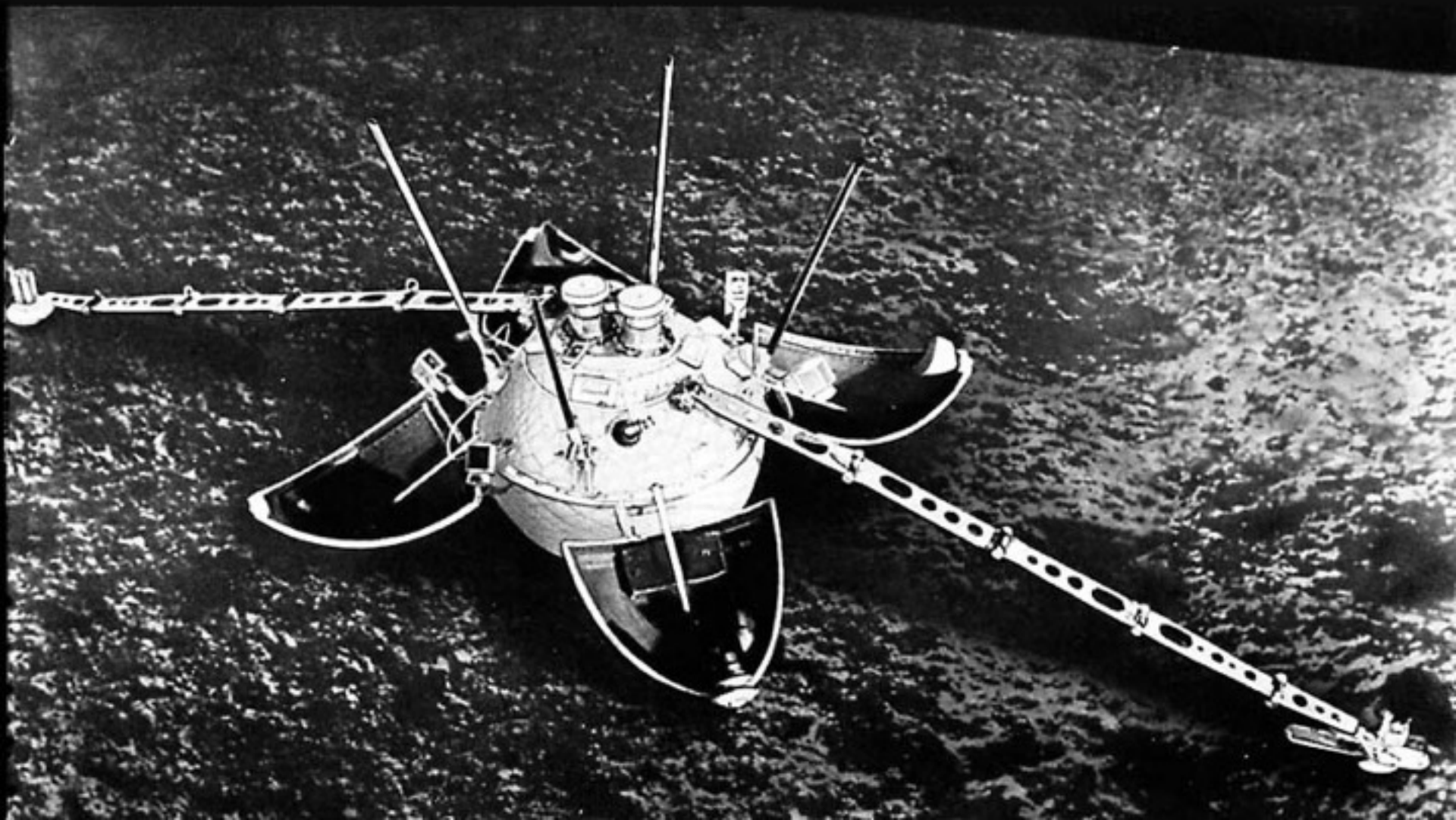
Луна-9

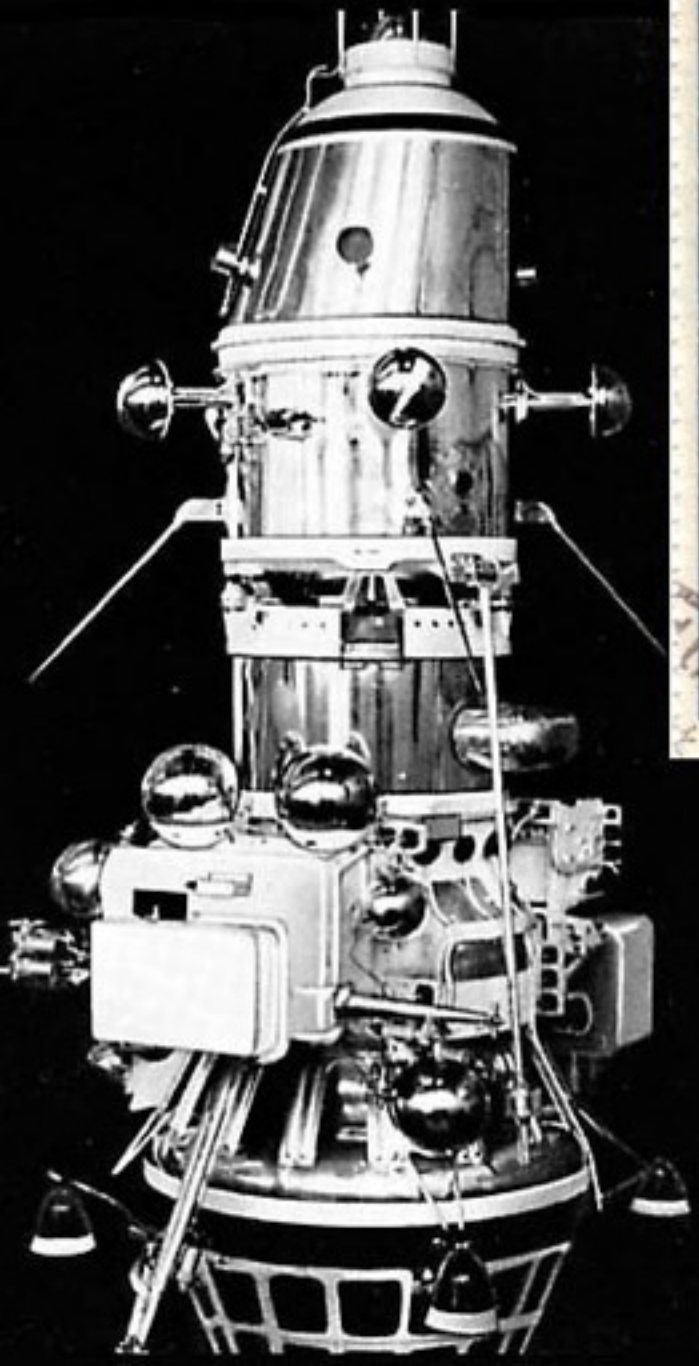
3 февраля
1966





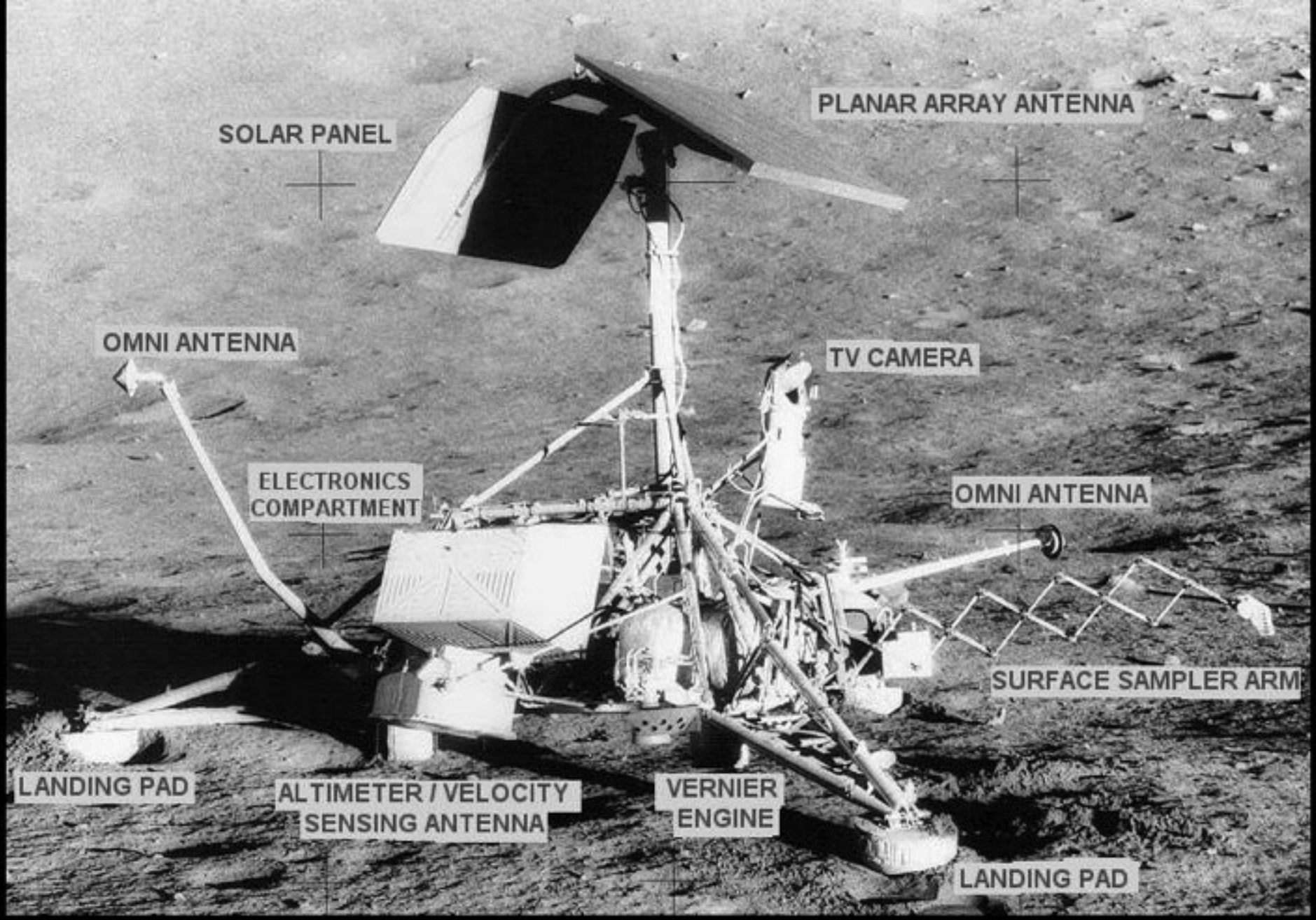
Первая мягкая посадка на небесное тело



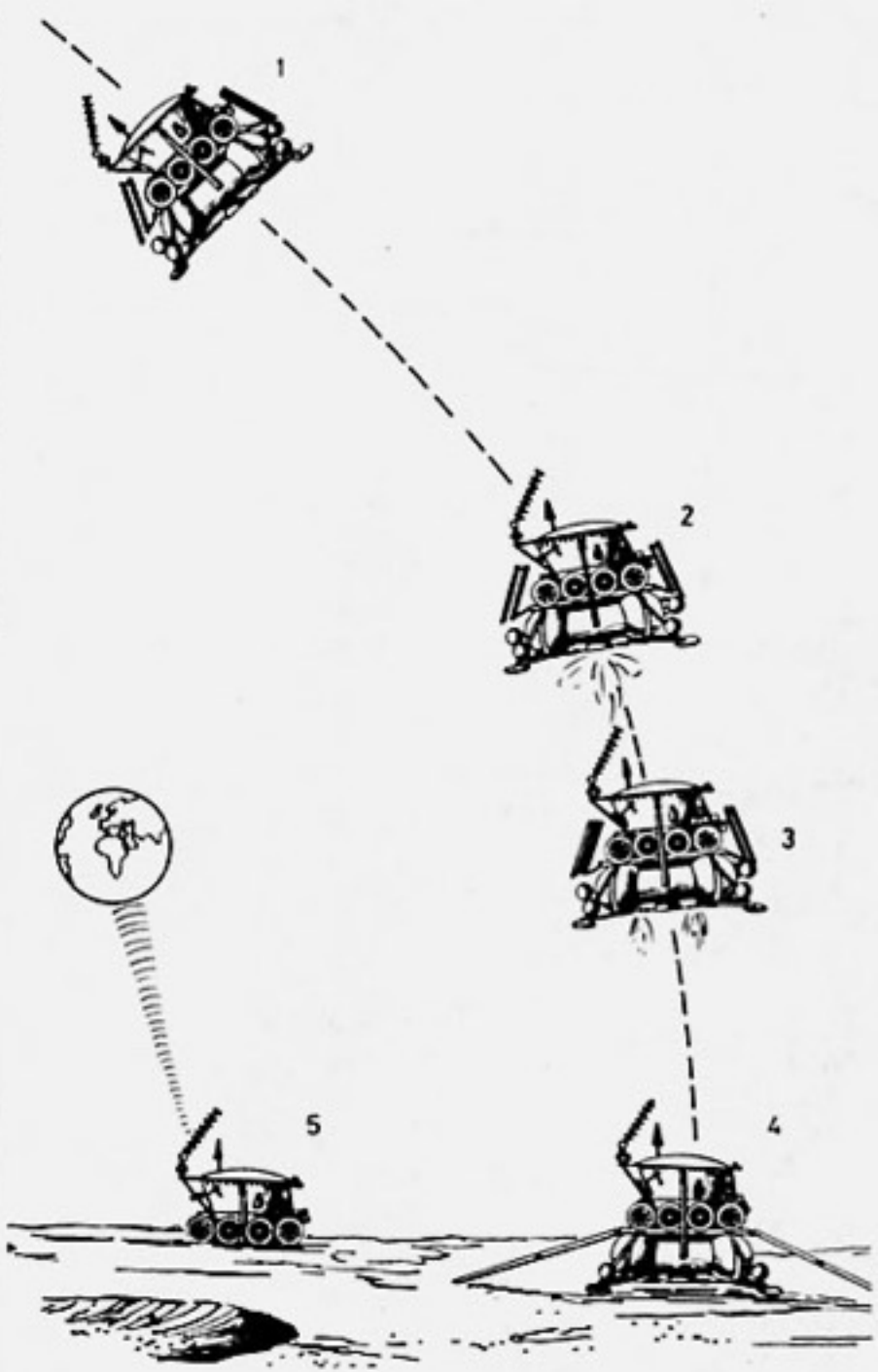


Апрель 1966 г.

XXIII съезд КПСС



Лунный посадочный аппарат Surveyor (NASA) 1966-68 гг.


1
2
3
4
5

Аппараты для исследования Марса

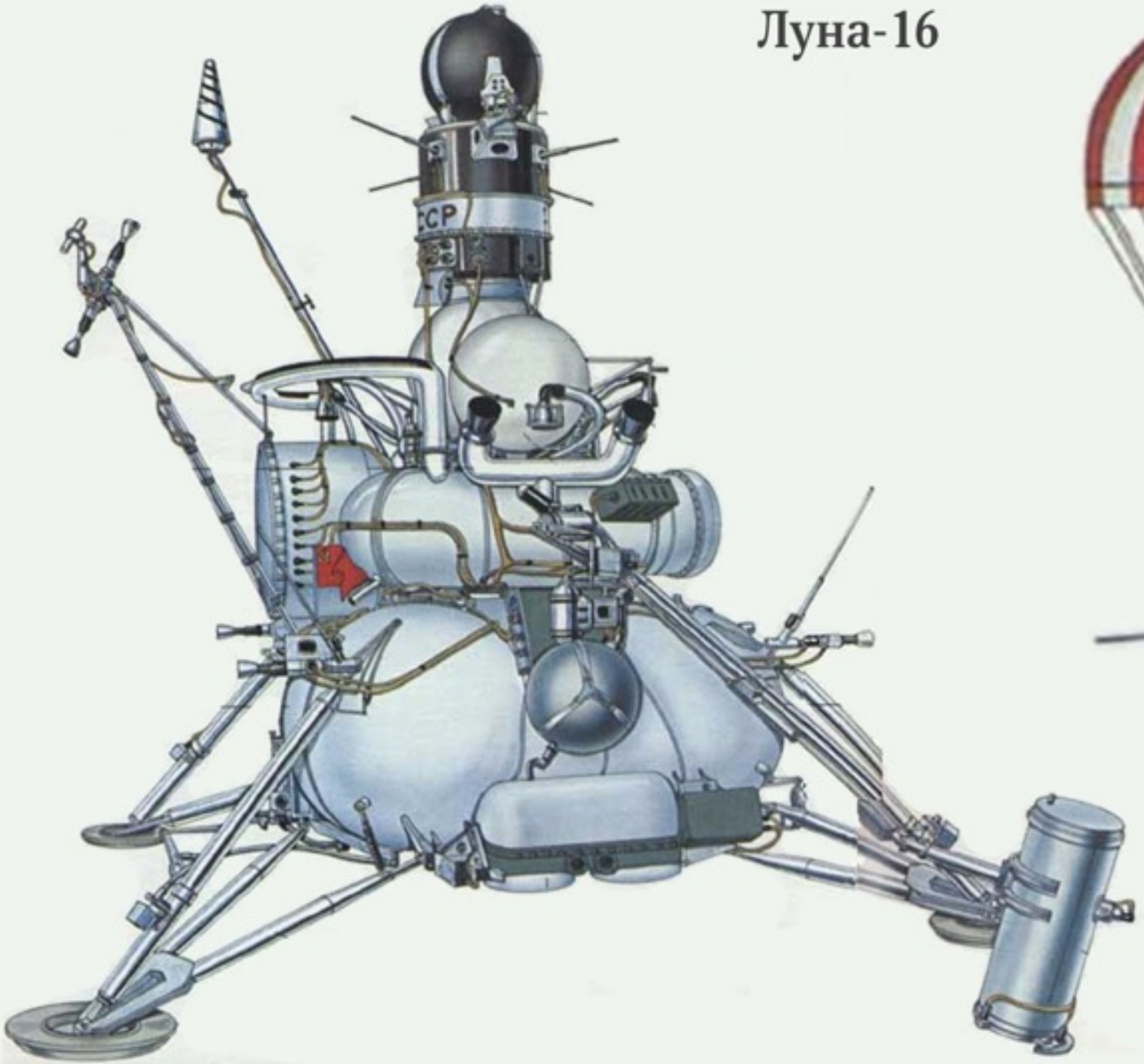
Spirit, Opportunity (NASA, 2004)
180 кг 1,5×1,6×2,3 м

Sojourner (NASA, 1997)
10,6 кг 65×48×30 см

Луноход

(СССР, 1970)
840 кг 1,4×1,6×1,7 м

Луна-16



December 6

1968

Раннее утро 9.11.1967
Первый старт
“Сатурна-5”
Беспилотный
“Аполлон-4”

Советская
лунная
ракета
Н-1

Saturn-V

13 успешных полетов

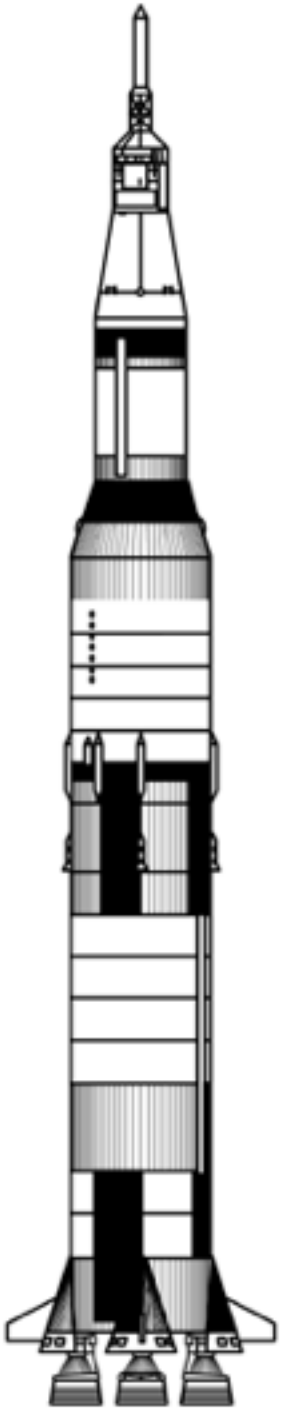
Ступеней 3
Длина 111 м
Диаметр 10 м

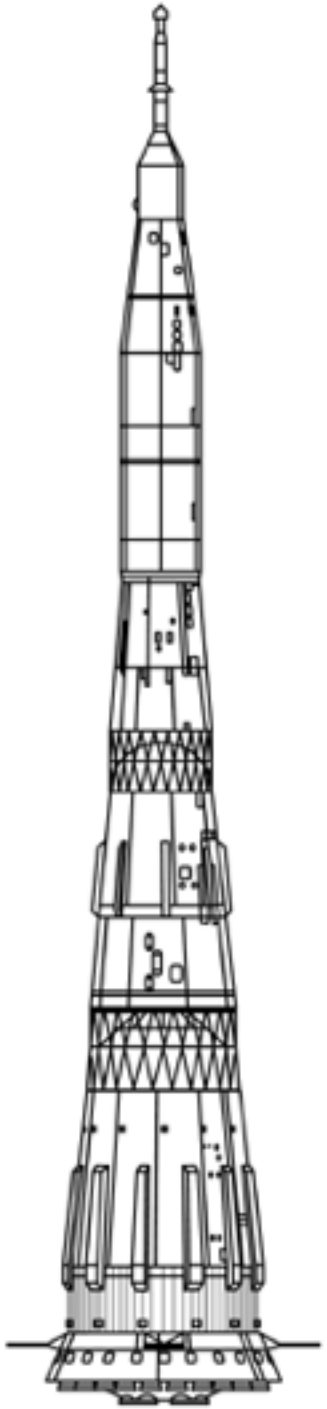
Топливо:
1 - керосин + O_2
2 и 3 - H_2 + O_2

Стартовая масса 2964 т

Масса полезной нагрузки
на НОО 140 тонн
«Аполлон» + 3-я ступень

на траекторию к Луне
47 т + 18 т 3-я ступень





Н-1
(Носитель № 1)

4 неудачных запуска

Ступеней 5
(с лунным кораблем)
Длина 105 м
Диаметр 17 м

Топливо:
керосин + O_2

Стартовая масса 2735 т

Масса полезной нагрузки
на НОО 90 т
на траекторию к Луне 33 т
на лунной орбите 31 т
на Луне 5,6 т

Энергия - Буран 15 ноября 1988 г.

Энергия

2400 т

2 успешных запуска

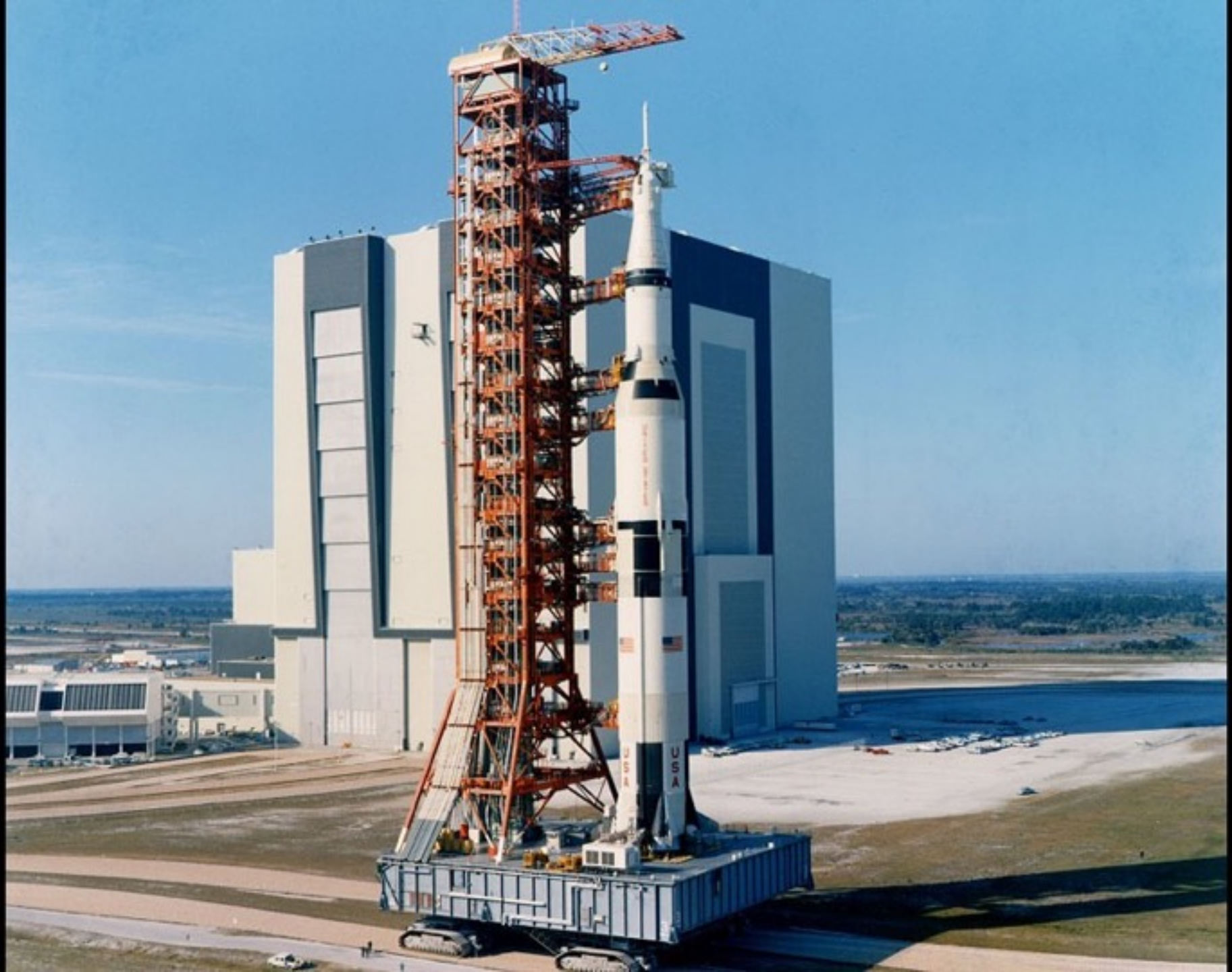
Топливо:

керосин + O_2

H_2 + O_2

Груз на НОО 105 т

“Вулкан” (8 боковых) до 200 т


USA
USA

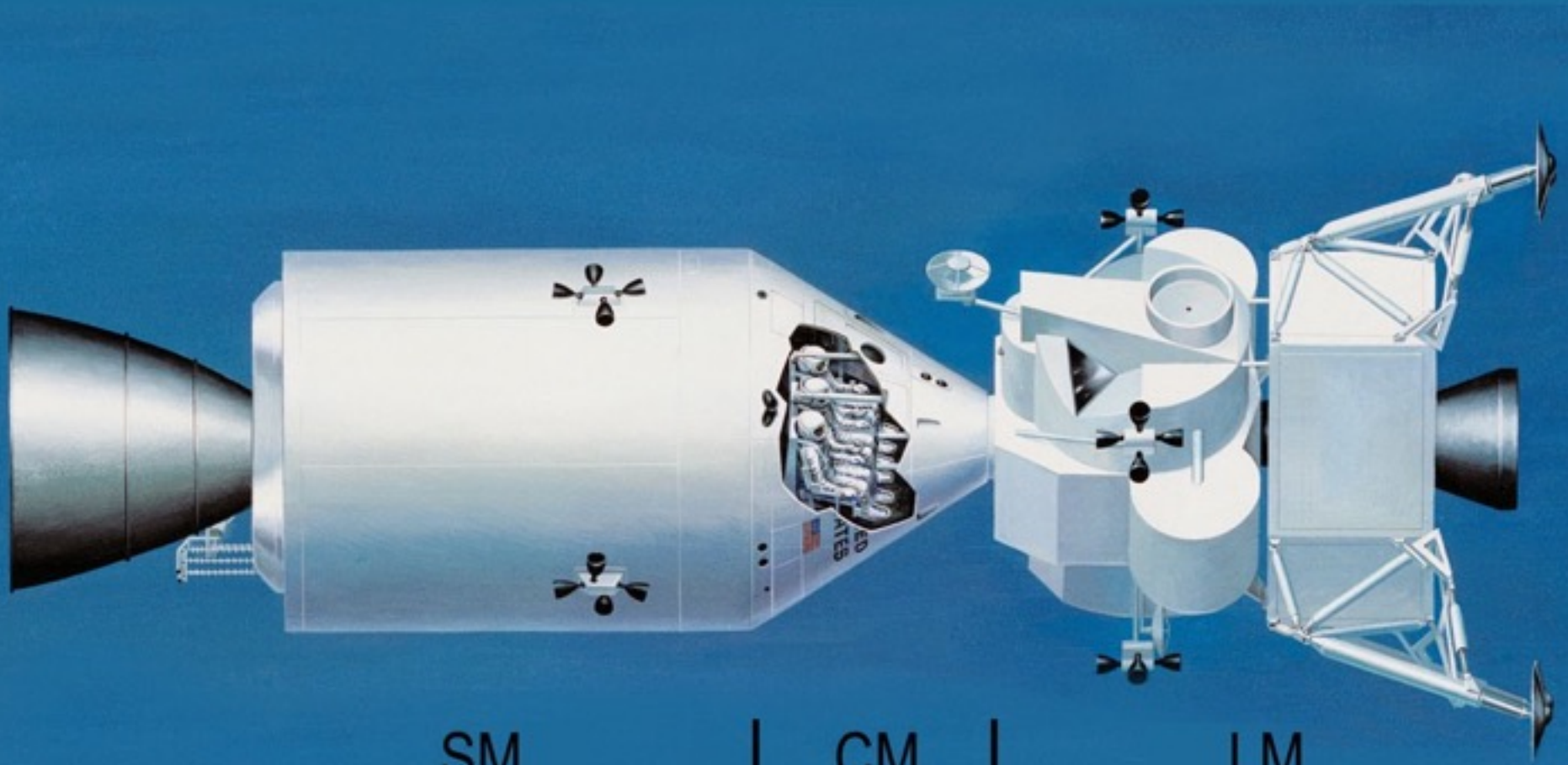
“Аполлон-1” - Гриссом, Уайд, Чаффи, янв 1967

Зонд-5 (Союз 7К-Л1) впервые облетел Луну и благополучно вернулся на Землю (в Индийский океан) 15-22 сентября 1968 г.

Apollo 8
21-27 Dec 1968
James
Lovell
William
Anders
Frank
Borman

UNITED
STATES

Apollo 1969-72

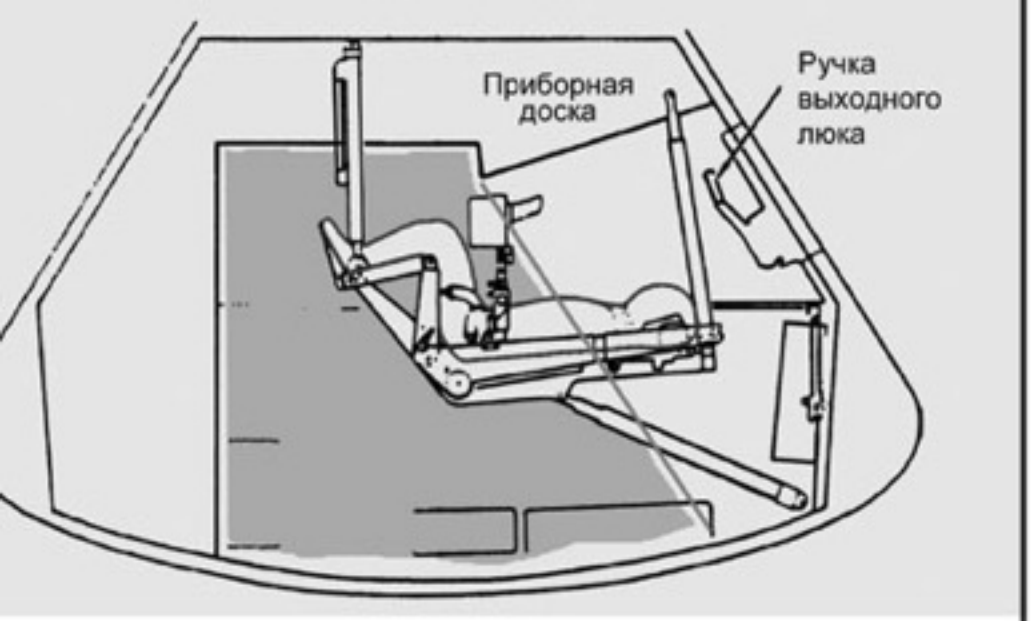


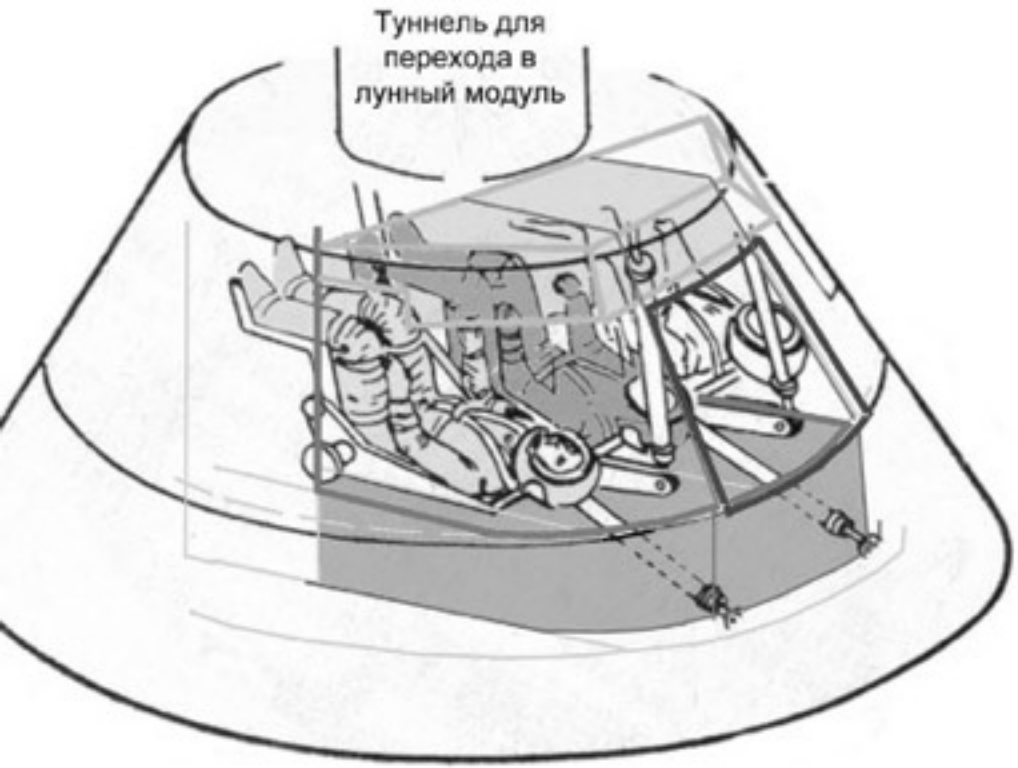
SM | CM | LM

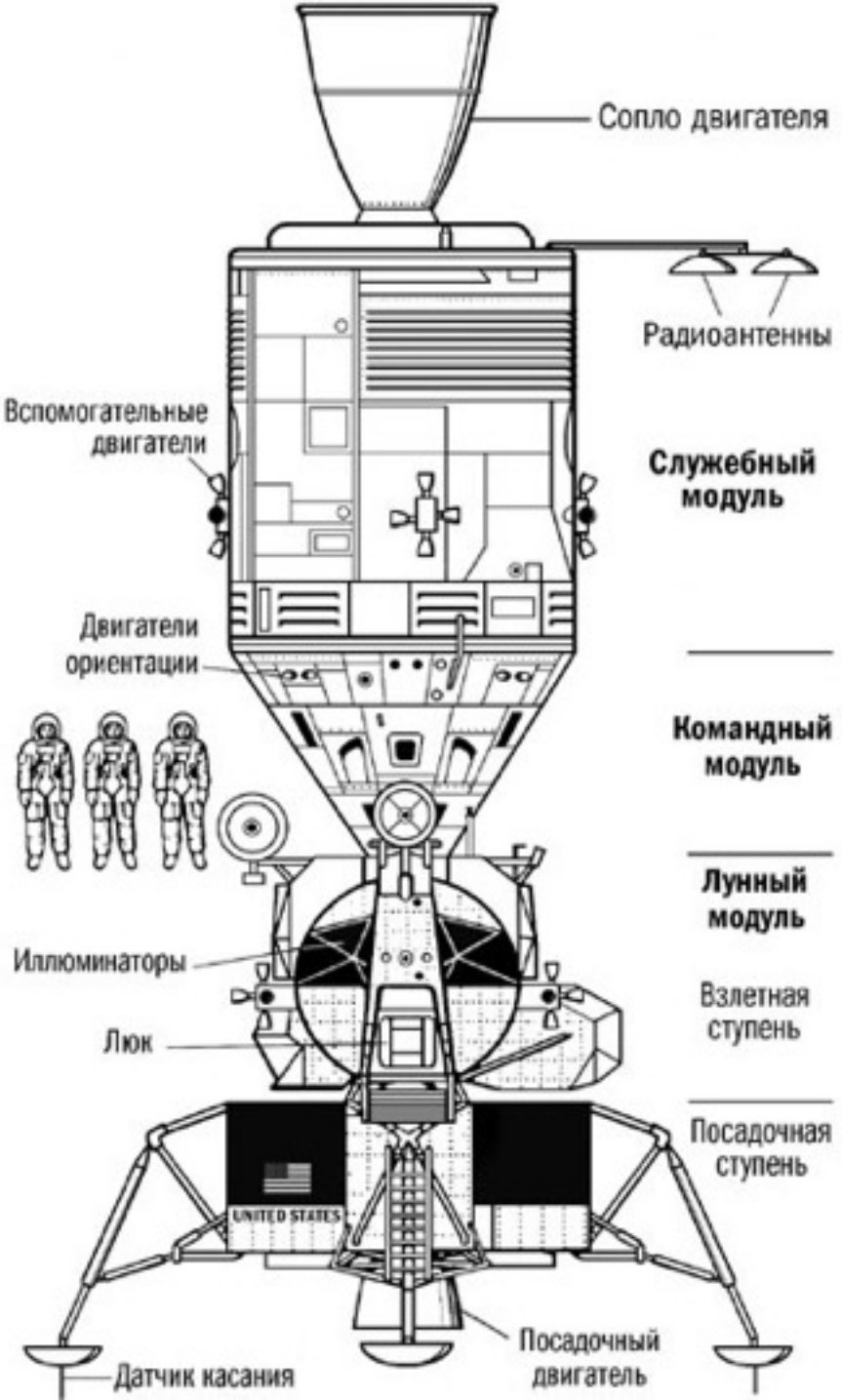
Служебный/сервисный модуль

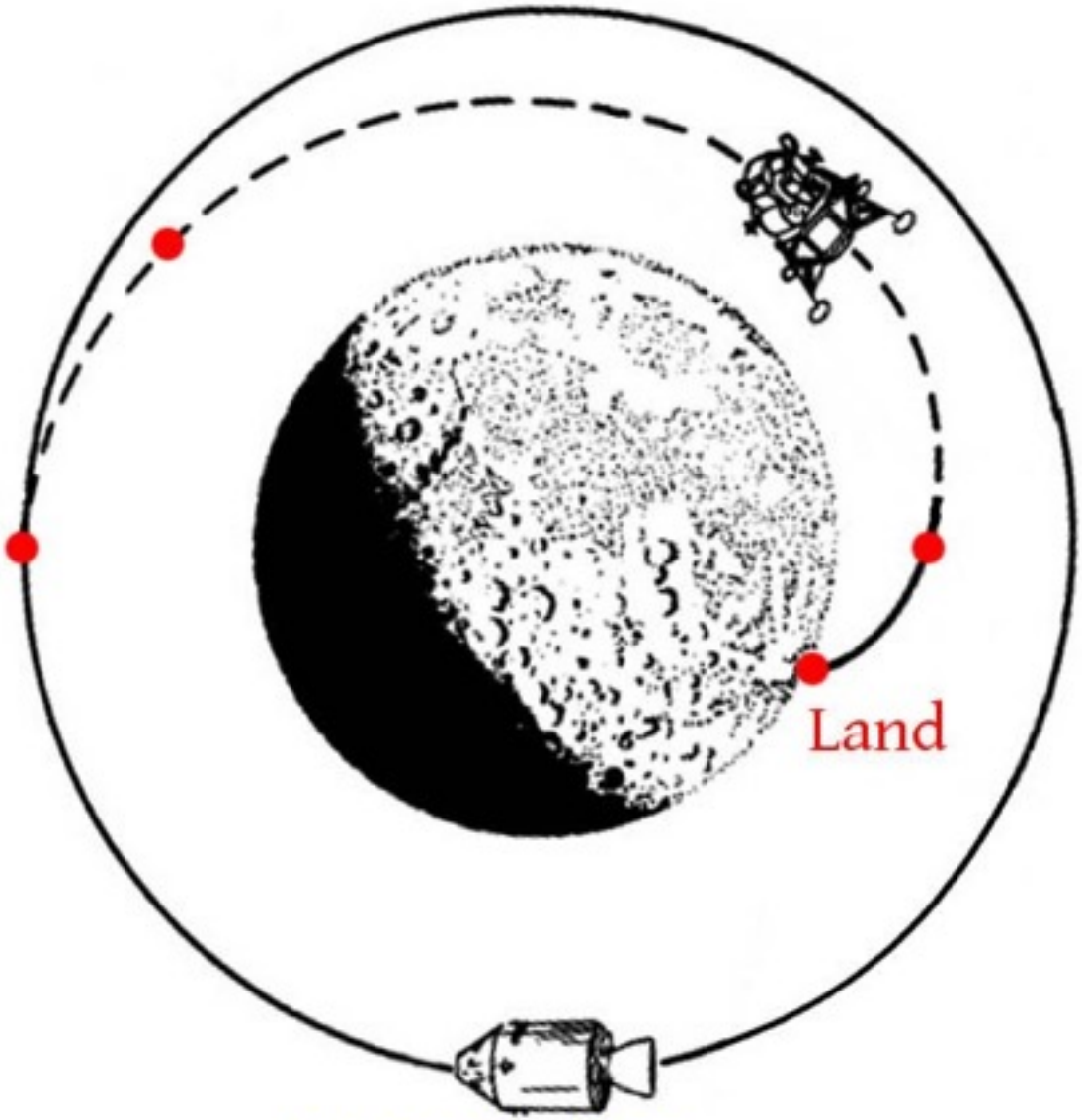
Командный модуль

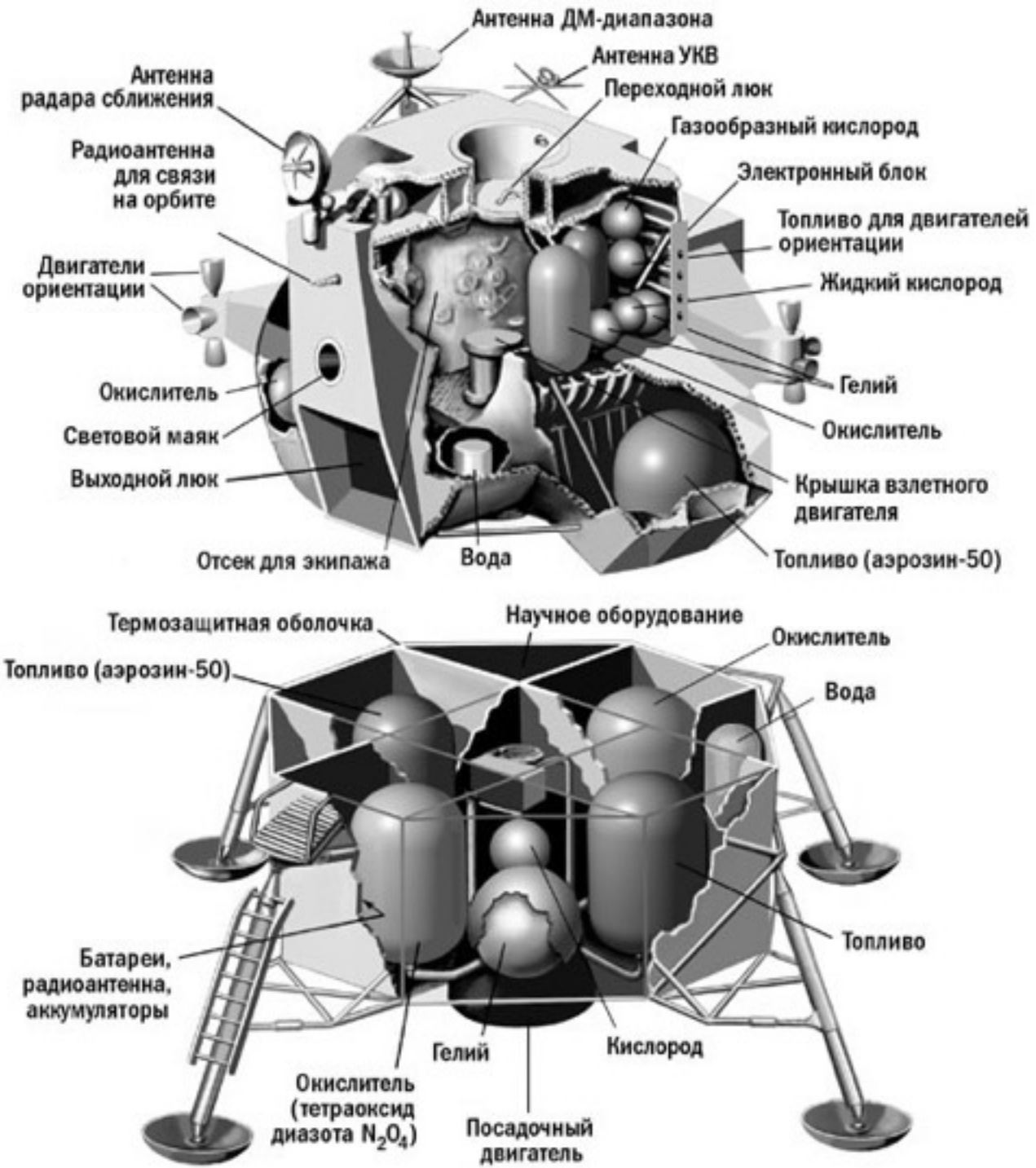
Лунный модуль

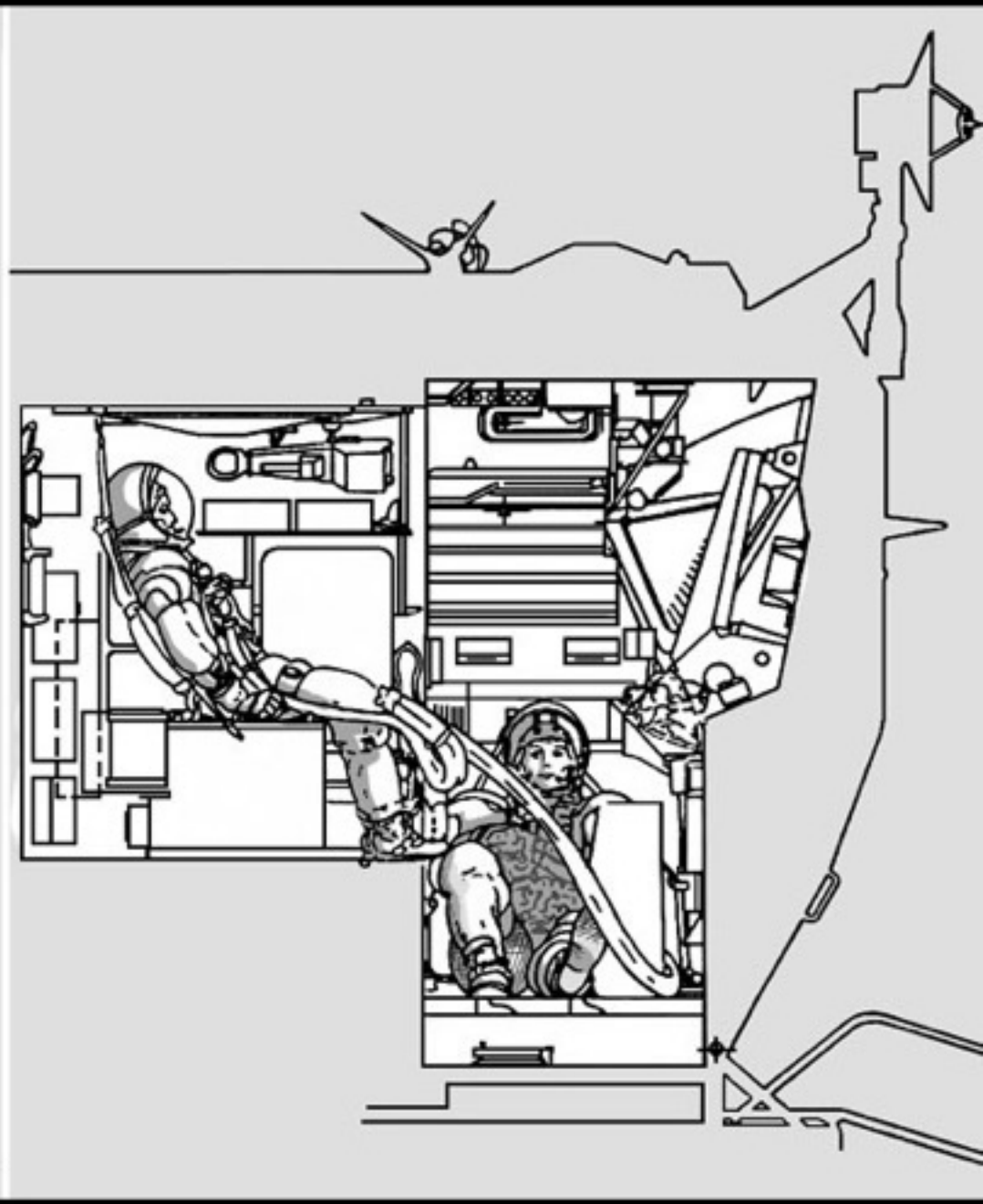

Приборная доска
Ручка выходного люка

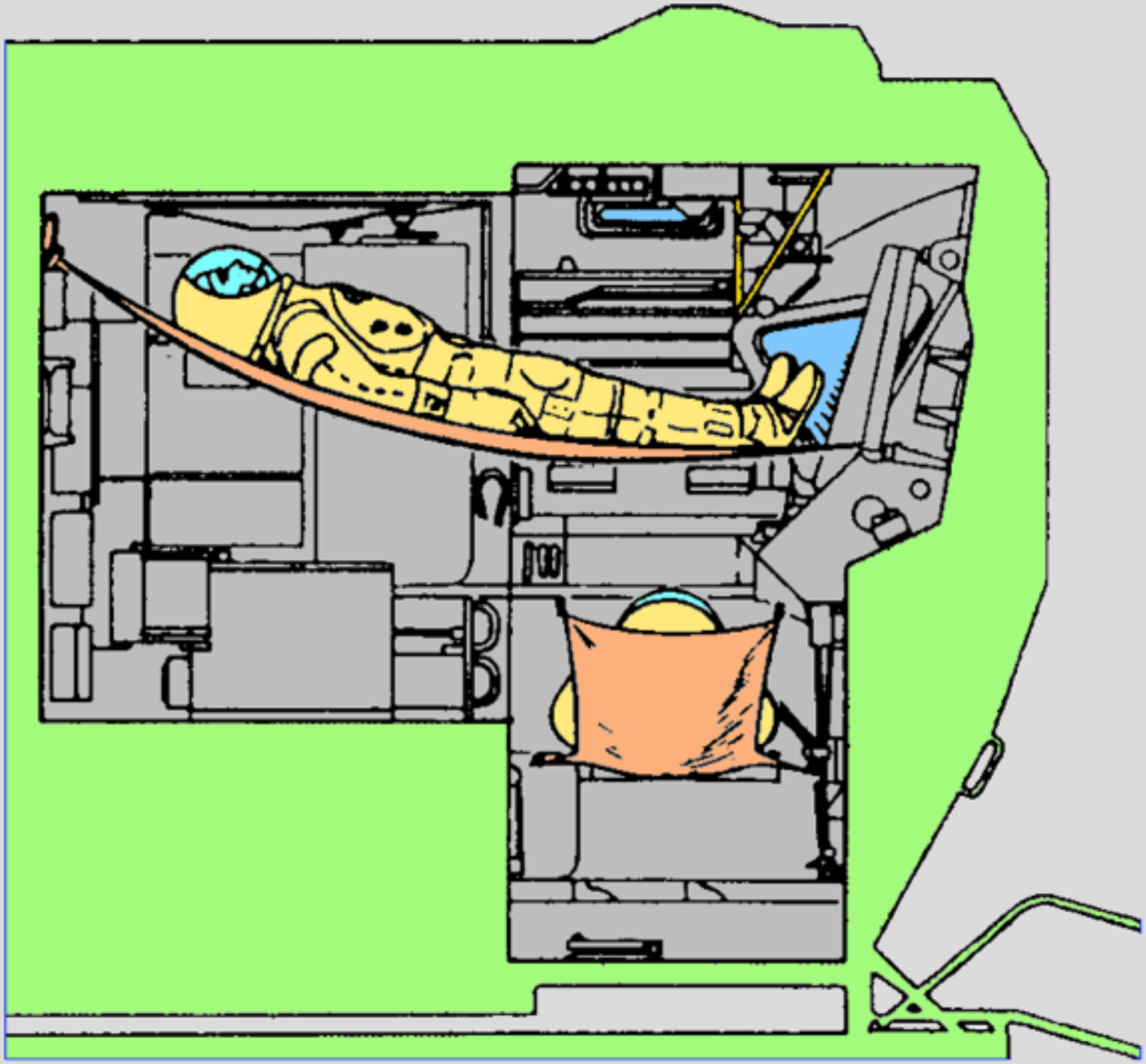

Туннель для перехода в лунный модуль

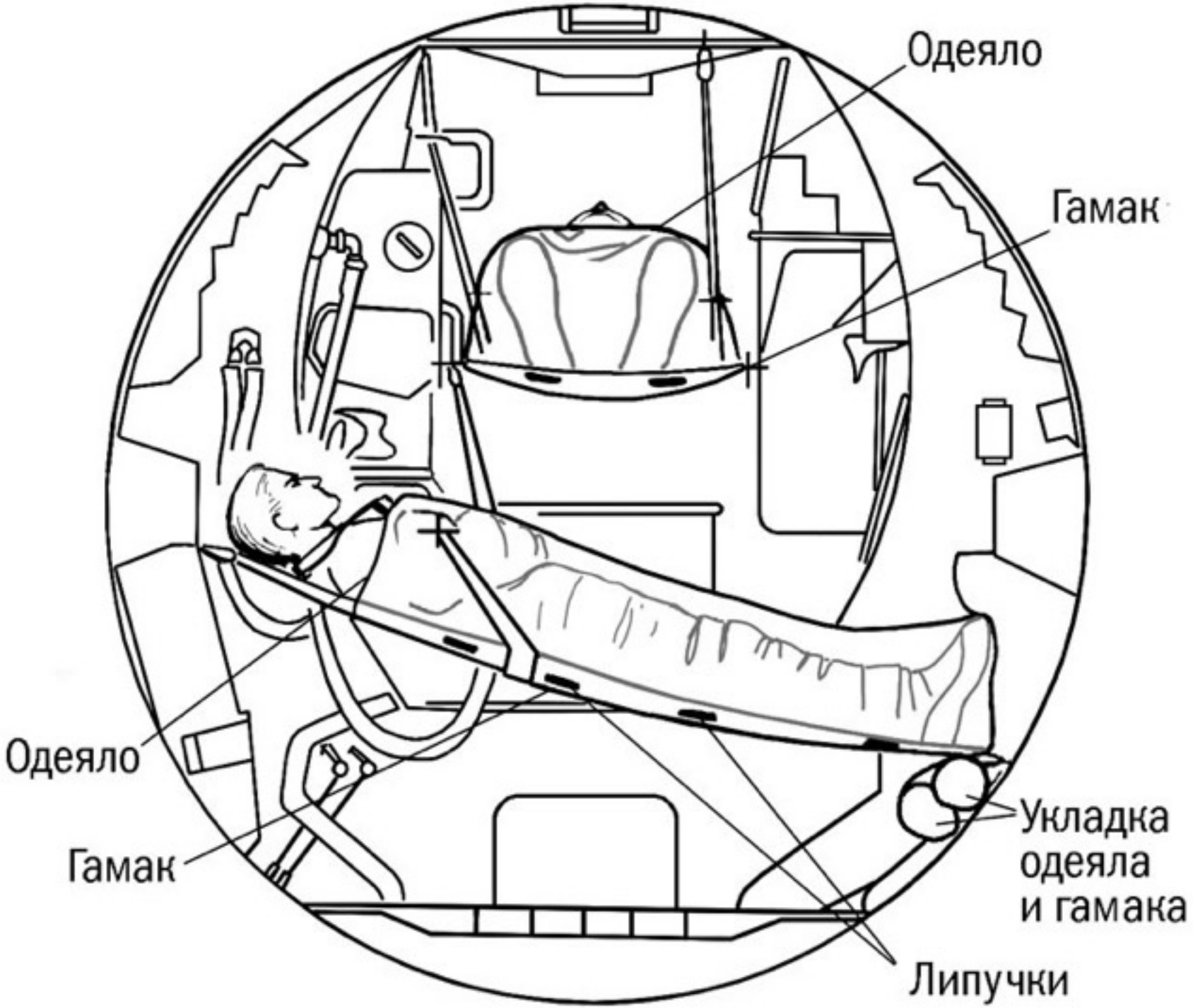

Сопло двигателя
Радиоантенны
Вспомогательные двигатели
Служебный модуль
Двигатели ориентации
Командный модуль
Лунный модуль
Иллюминаторы
Взлетная ступень
Люк
Посадочная ступень
UNITED STATES
Посадочный двигатель
Датчик касания

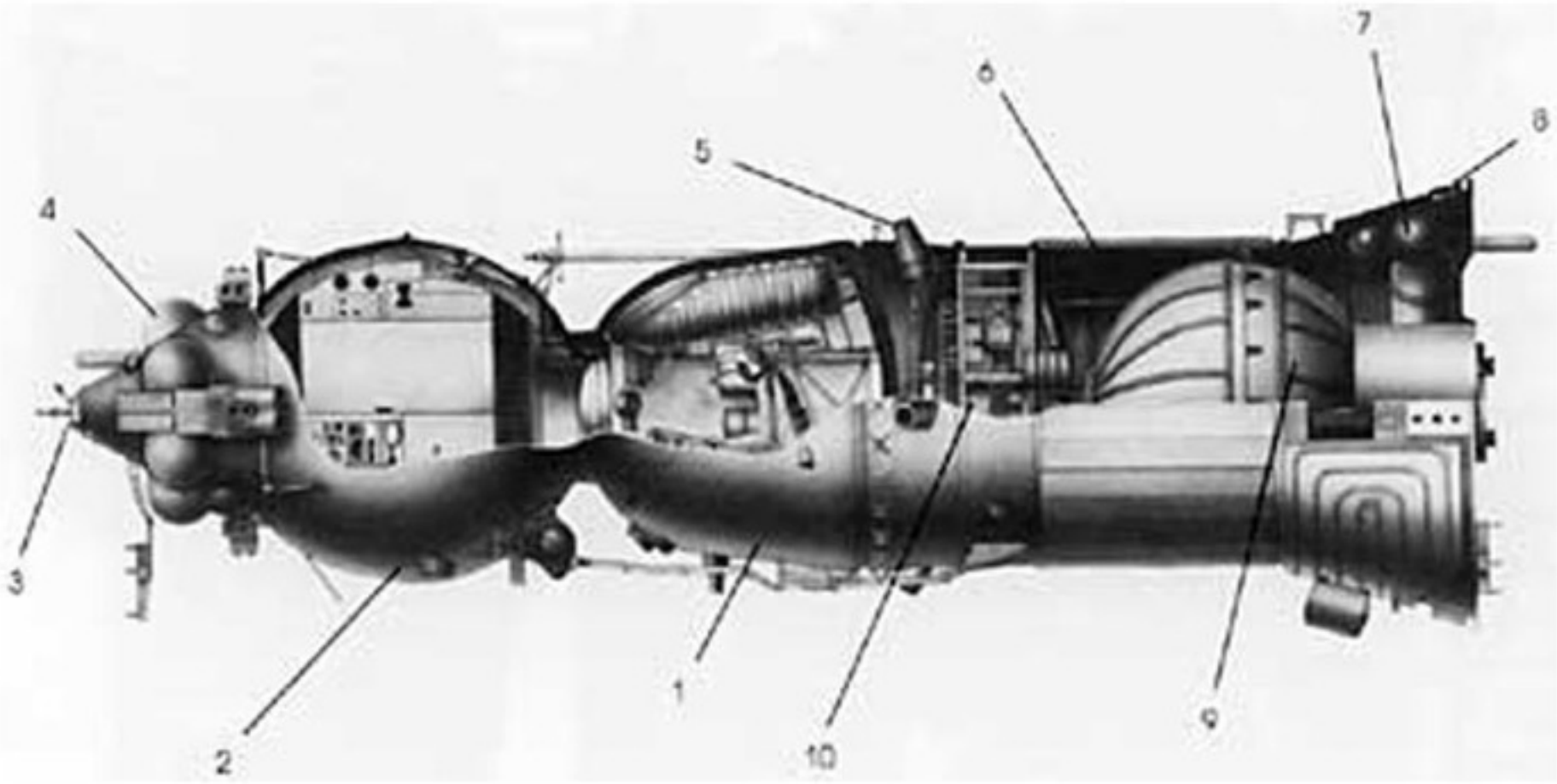

Land
To
Earth
CM Orbit ~ 1.5 hours


Антенна ДМ-диапазона
Антенна УКВ
Переходной люк
Газообразный кислород
Электронный блок
Топливо для двигателей ориентации
Жидкий кислород
Гелий
Окислитель
Крышка взлетного двигателя
Топливо (аэрозин-50)
Вода
Отсек для экипажа
Выходной люк
Световой маяк
Окислитель
Двигатели ориентации
Радиоантенна для связи на орбите
Антенна радара сближения
Термозащитная оболочка
Научное оборудование
Окислитель
Вода
Топливо (аэрозин-50)
Топливо
Батареи, радиоантенна, аккумуляторы
Кислород
Гелий
Окислитель (тетраоксид диазота N_2O_4)
Посадочный двигатель

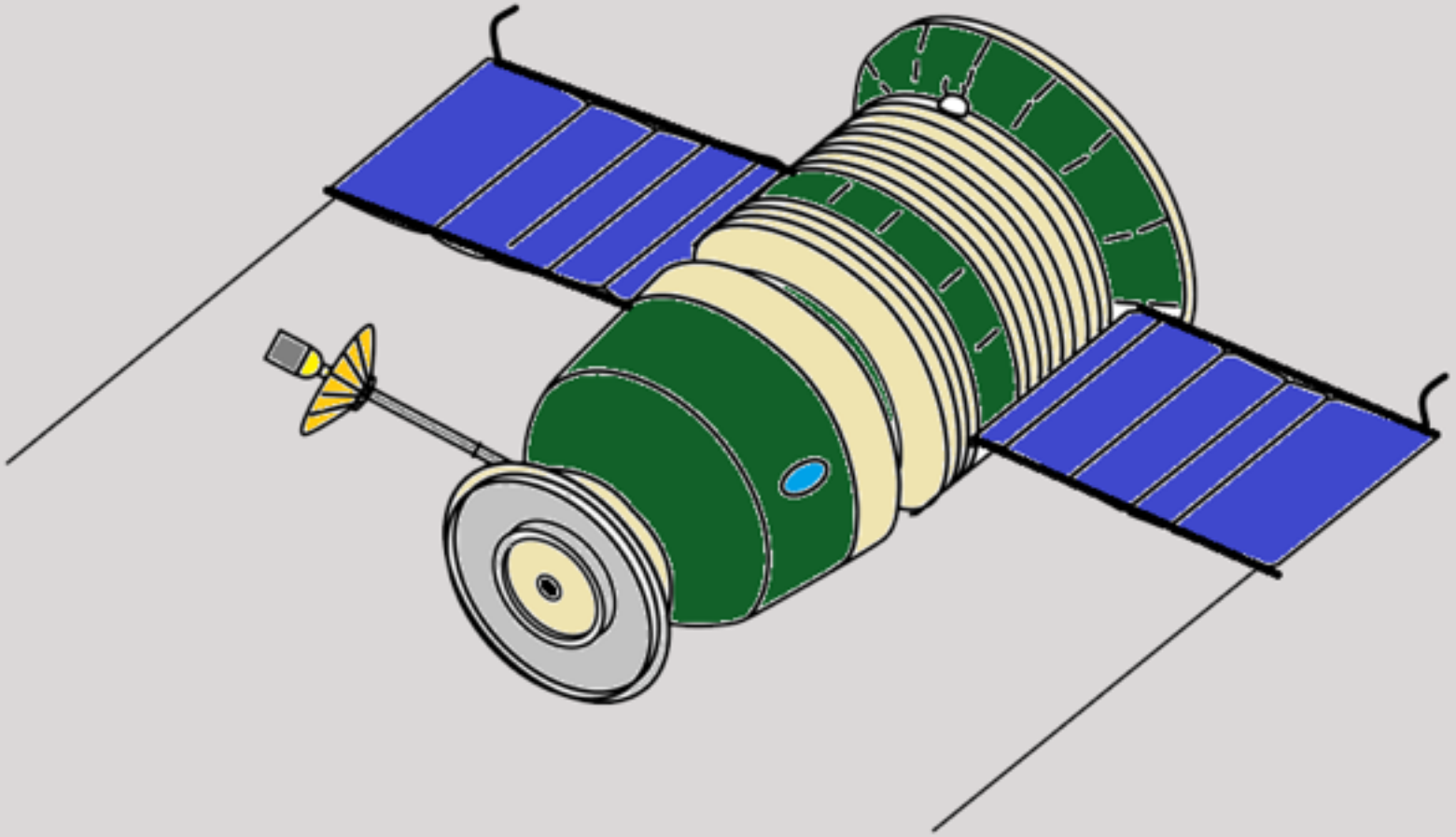





Одеяло
Гамак
Одеяло
Гамак
Укладка
одеяла
и гамака
Липучки



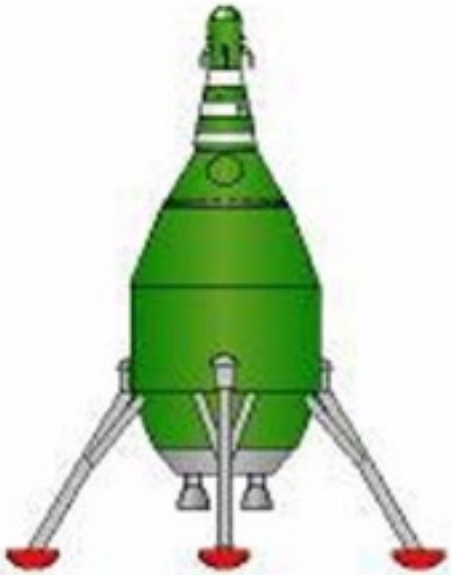
Лунный орбитальный корабль “Союз-7К-ЛОК”



Советский лунный корабль

L3 1963

LK 1964



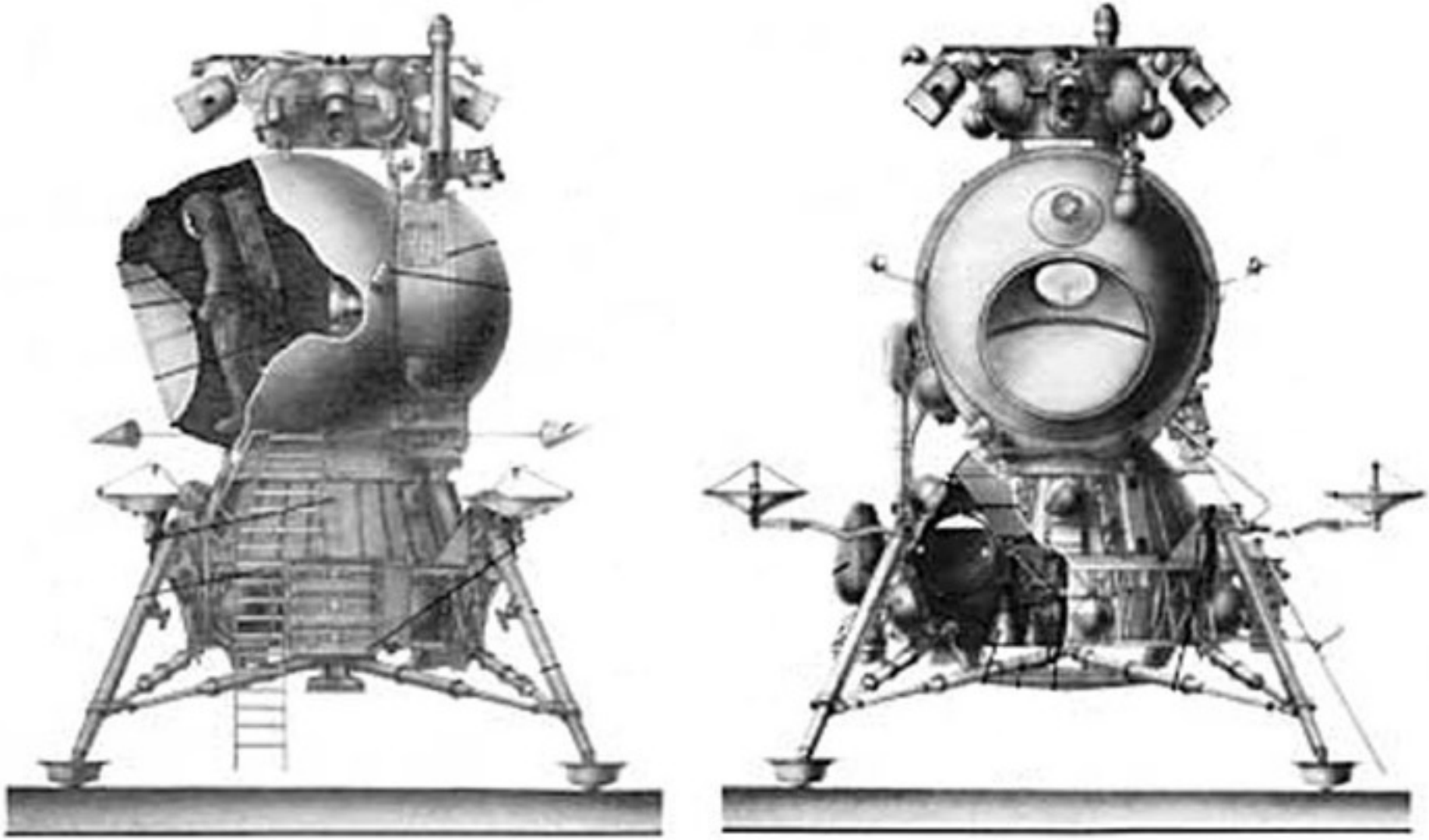
LK-700 1966

L3M 1970

L3M 1972

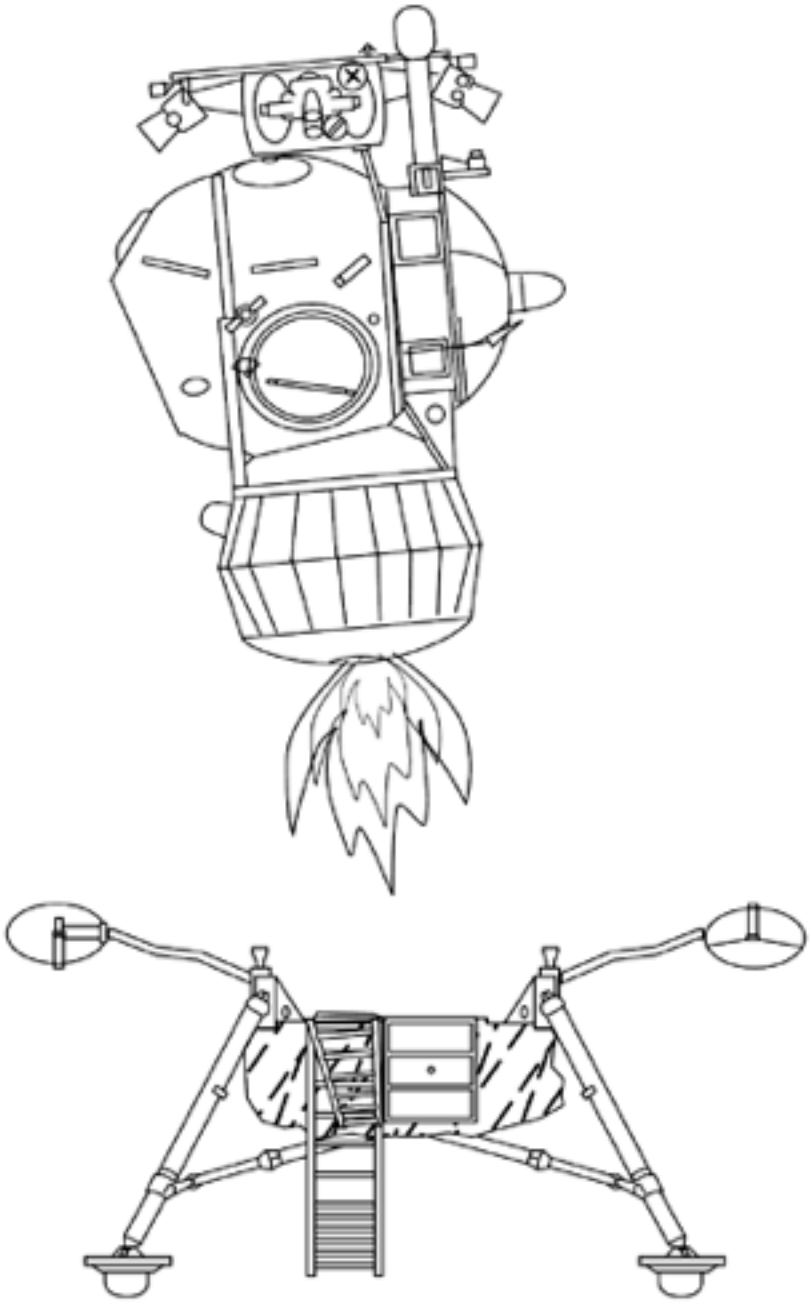
DLB 1972

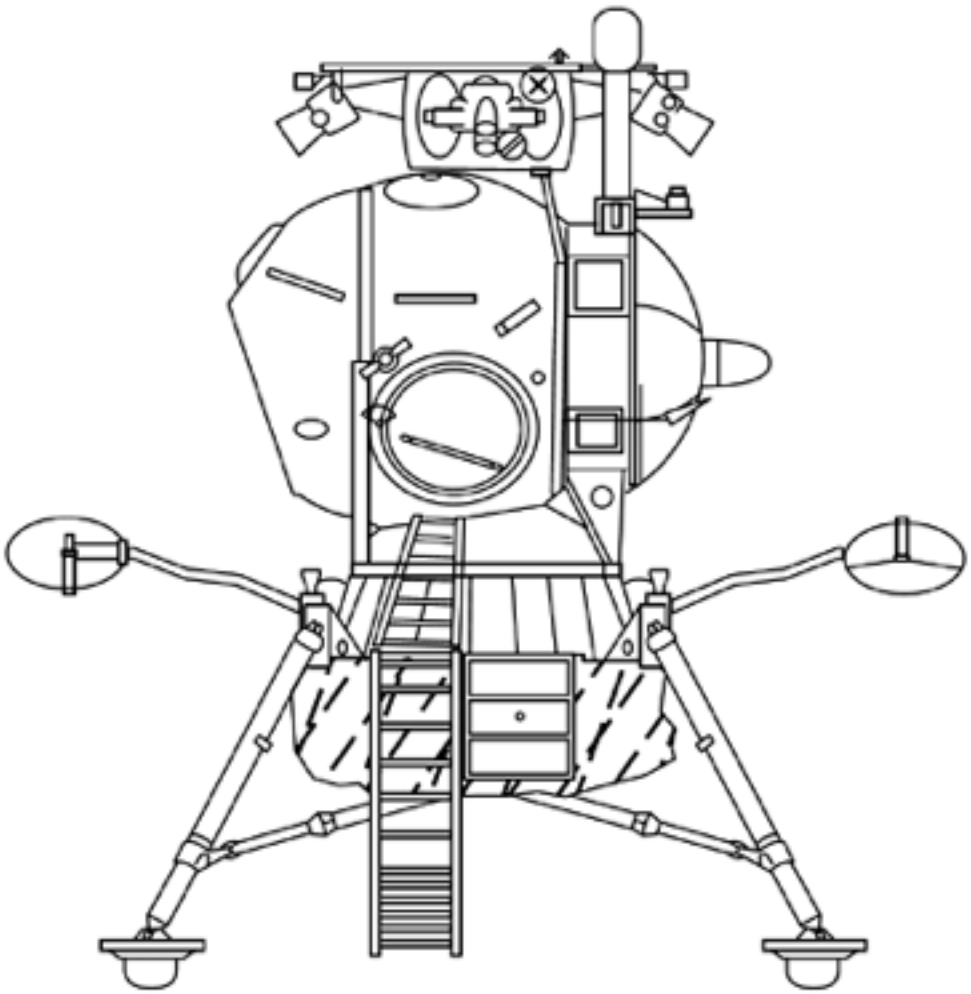
LEK 1975

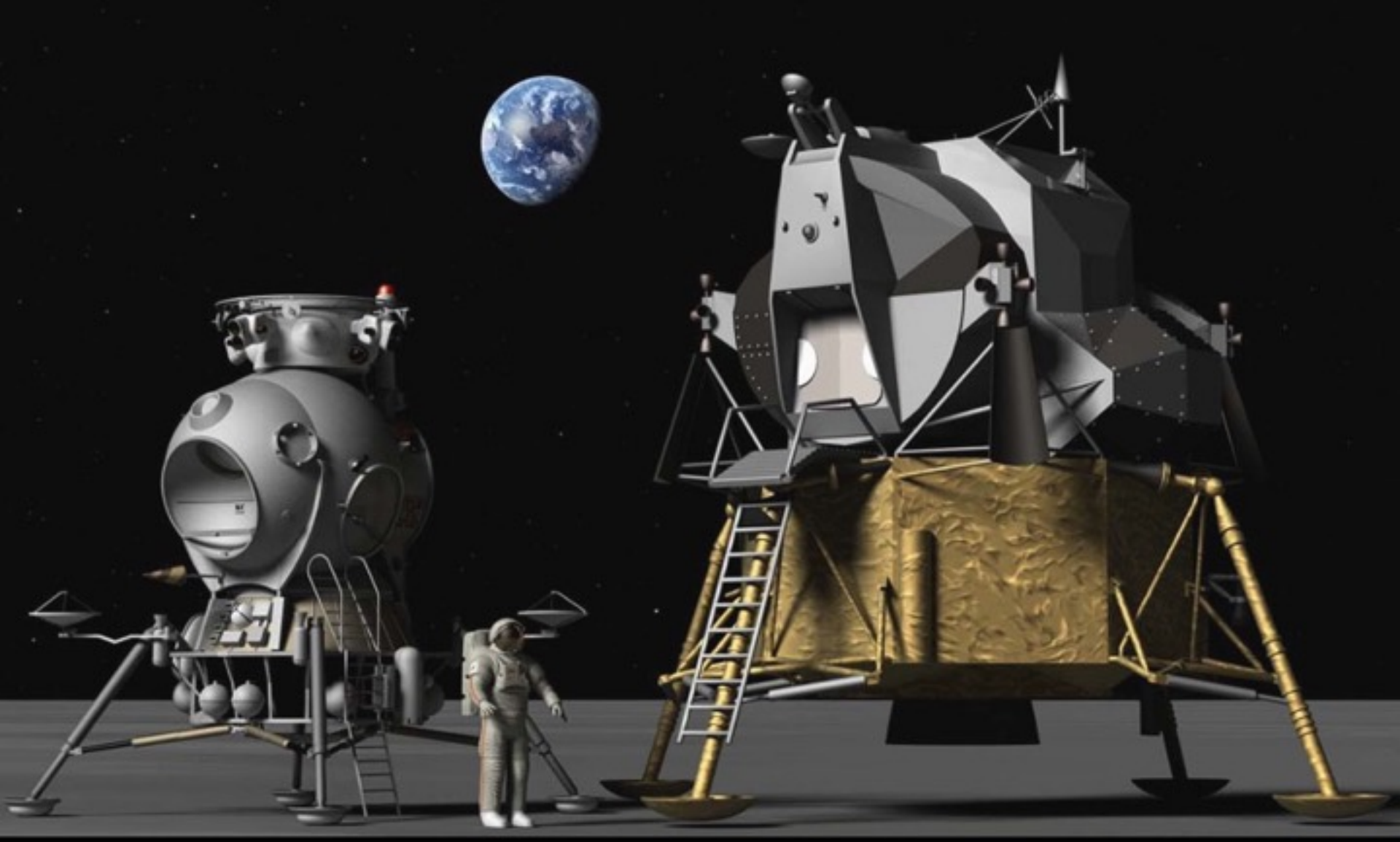


Советский лунный корабль “ЛК”

Трижды успешно испытывался на околоземной орбите
в беспилотном режиме под названиями "Космос-379, -398, -434"







Советский
лунный корабль

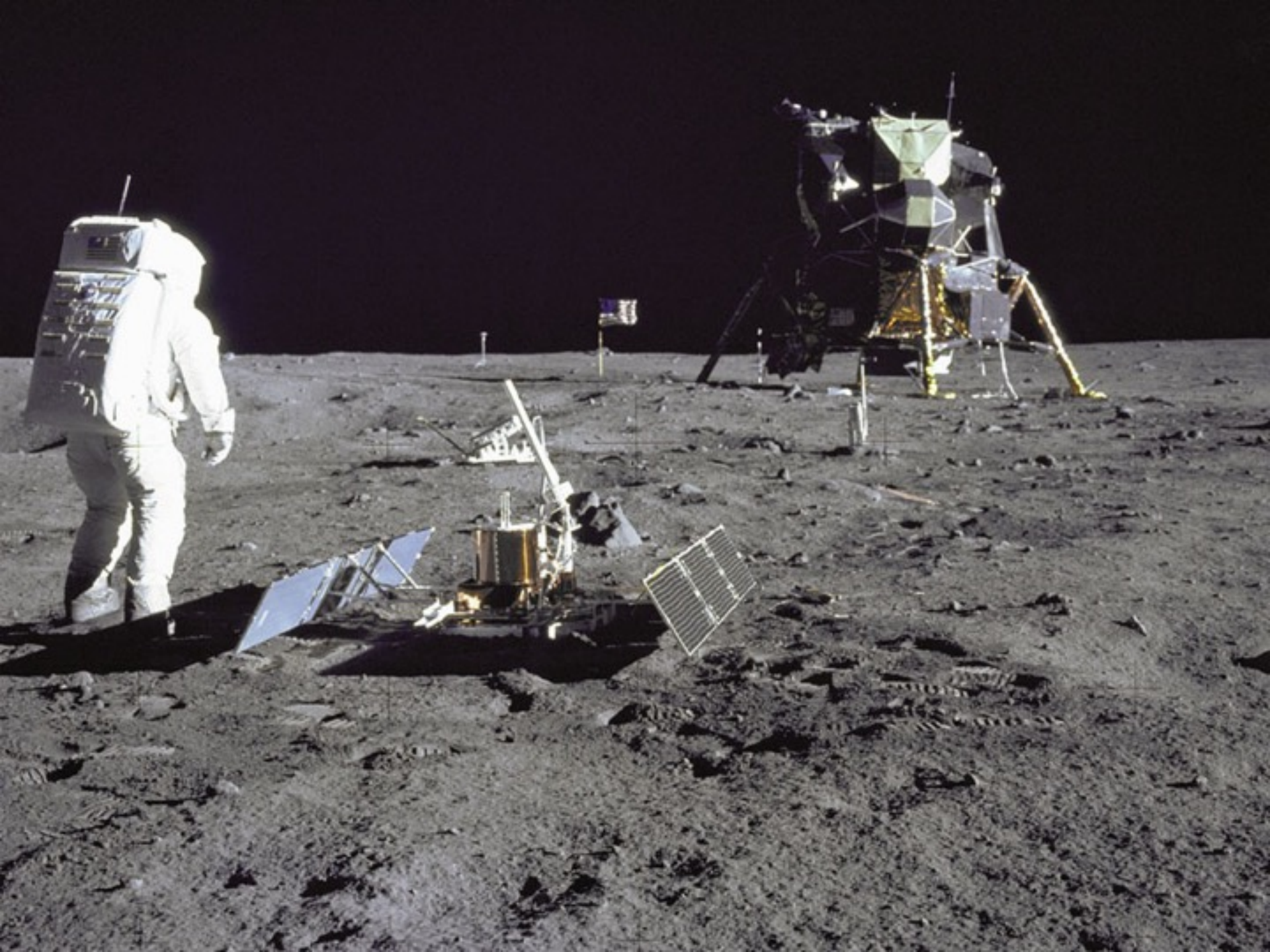
Американский
лунный модуль

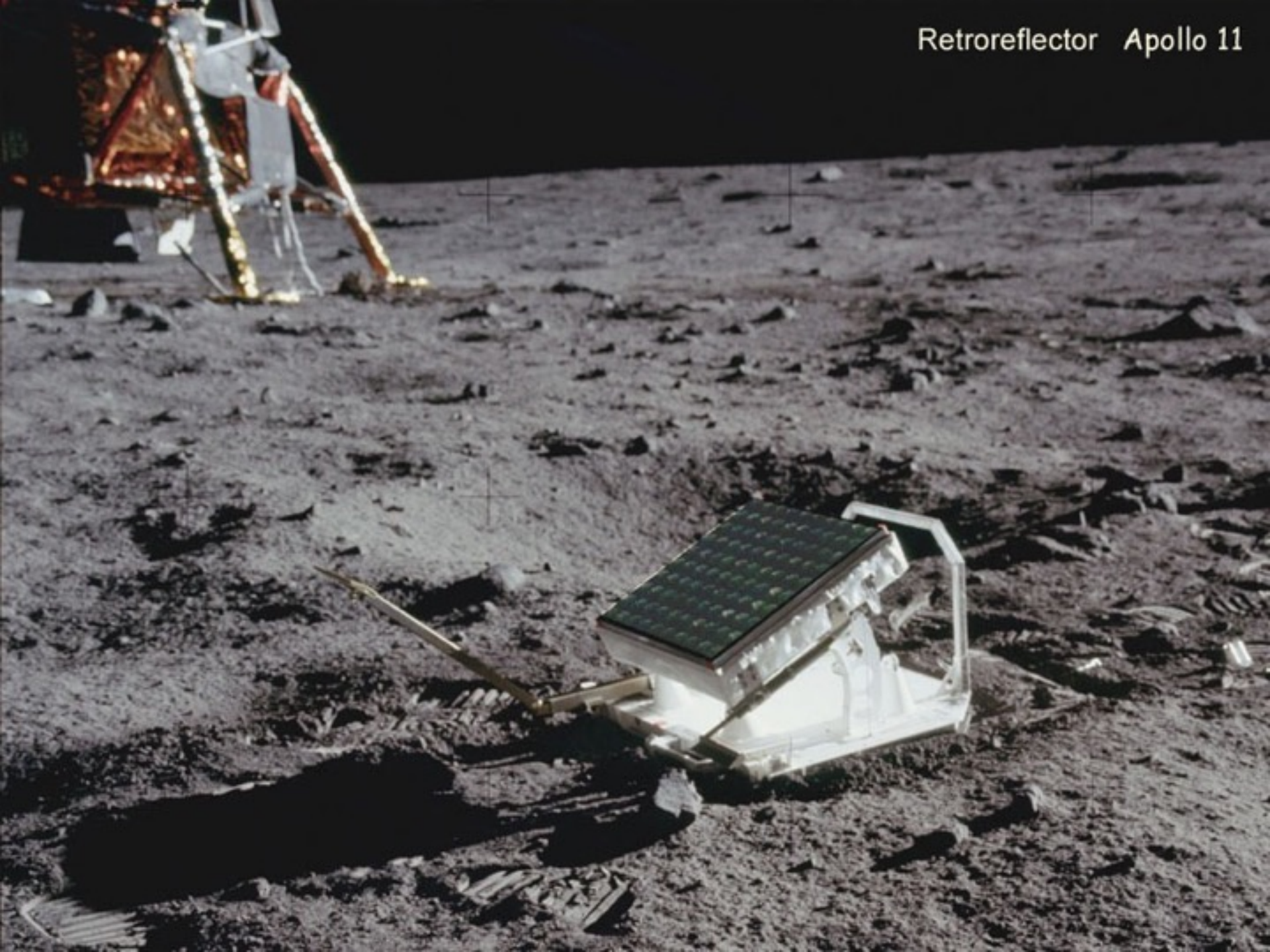
NASA
ARMSTRONG
NASA
COLLINS
NASA
ALDRIN

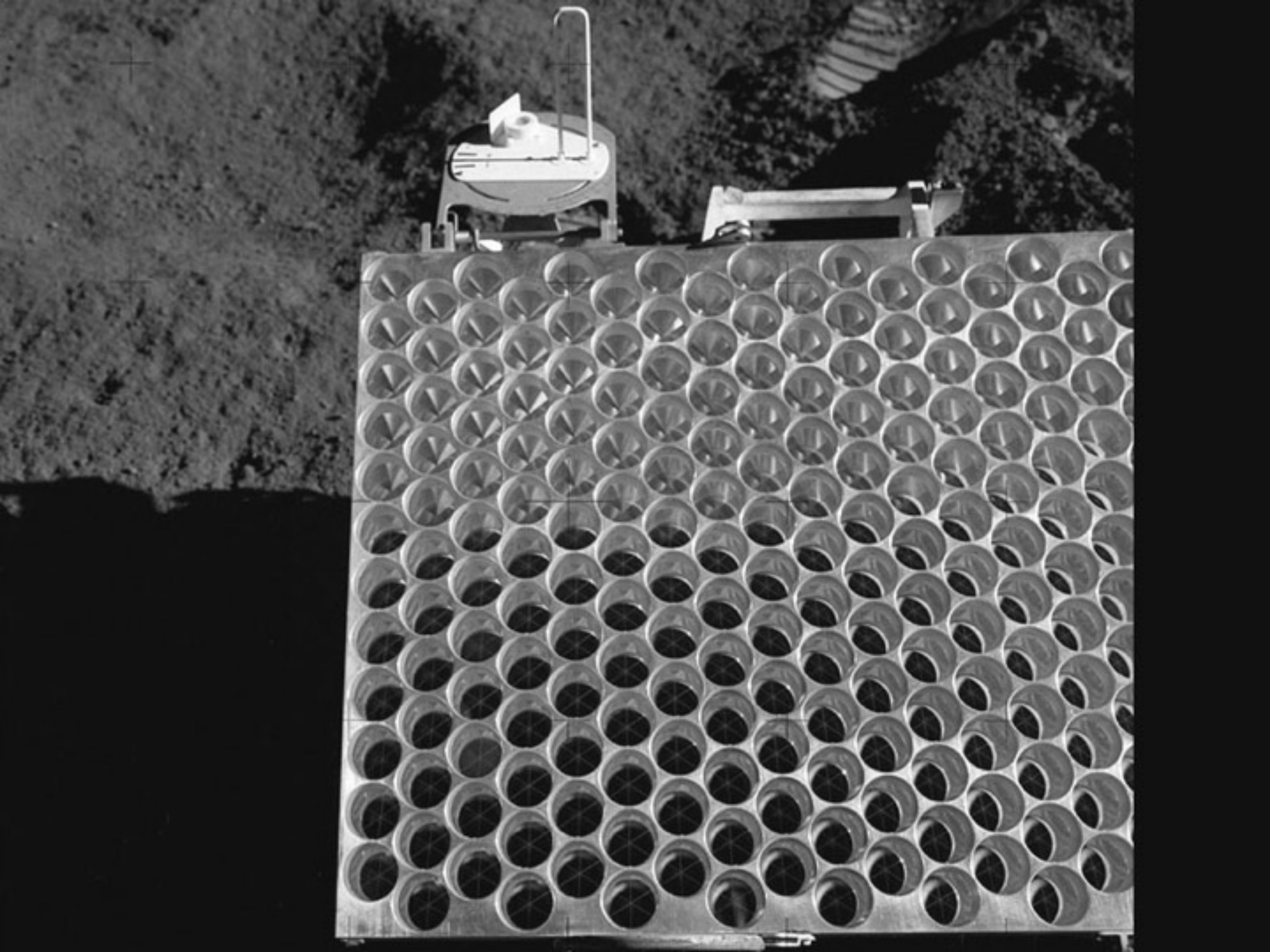
Старт
“Аполлона-11”
16 июля 1969 г.

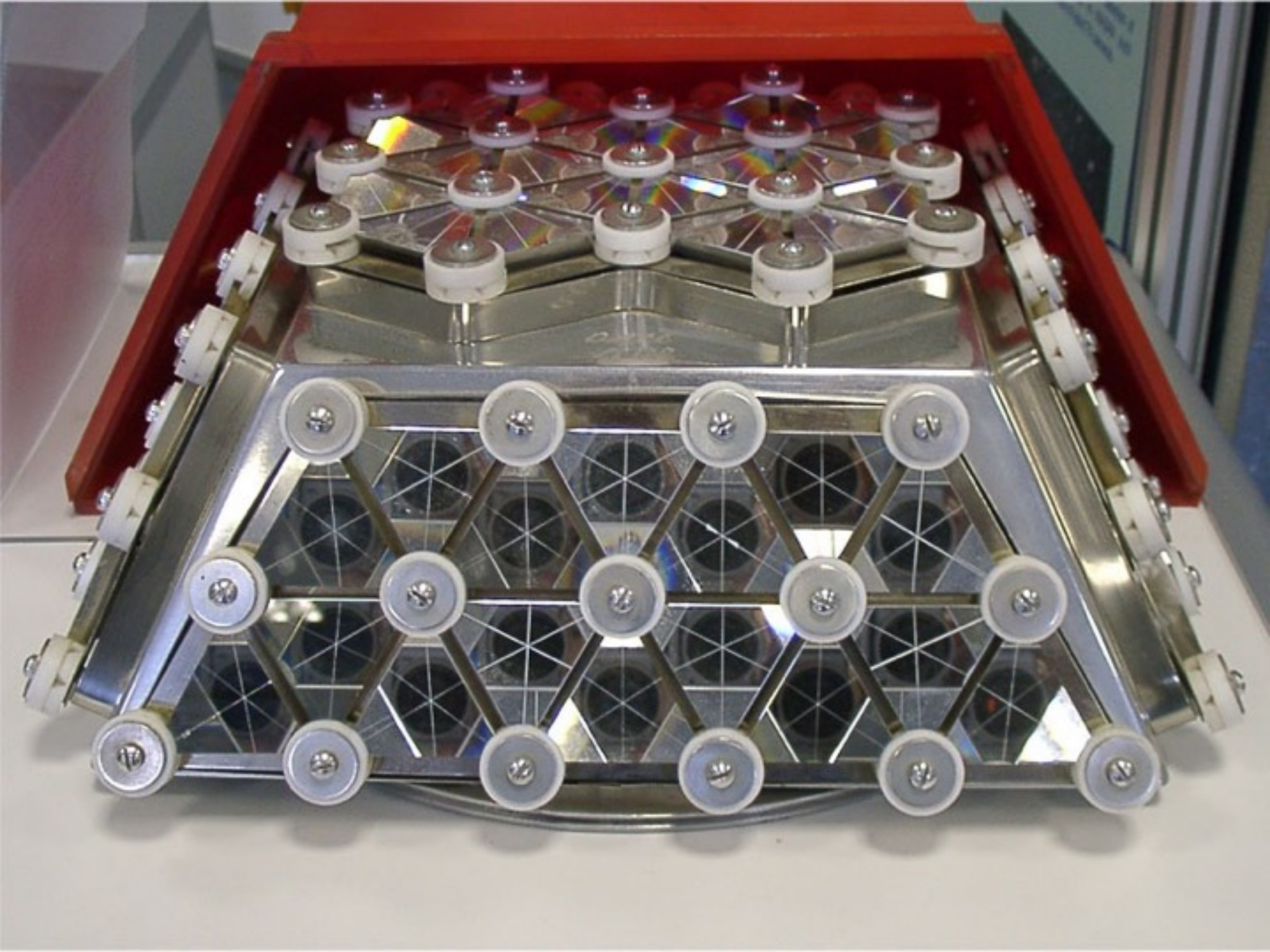
“Аполлон-12”
ноябрь 1969 г.

Чарльз Конрад
уже на грунте.
Спускается
Алан Бин



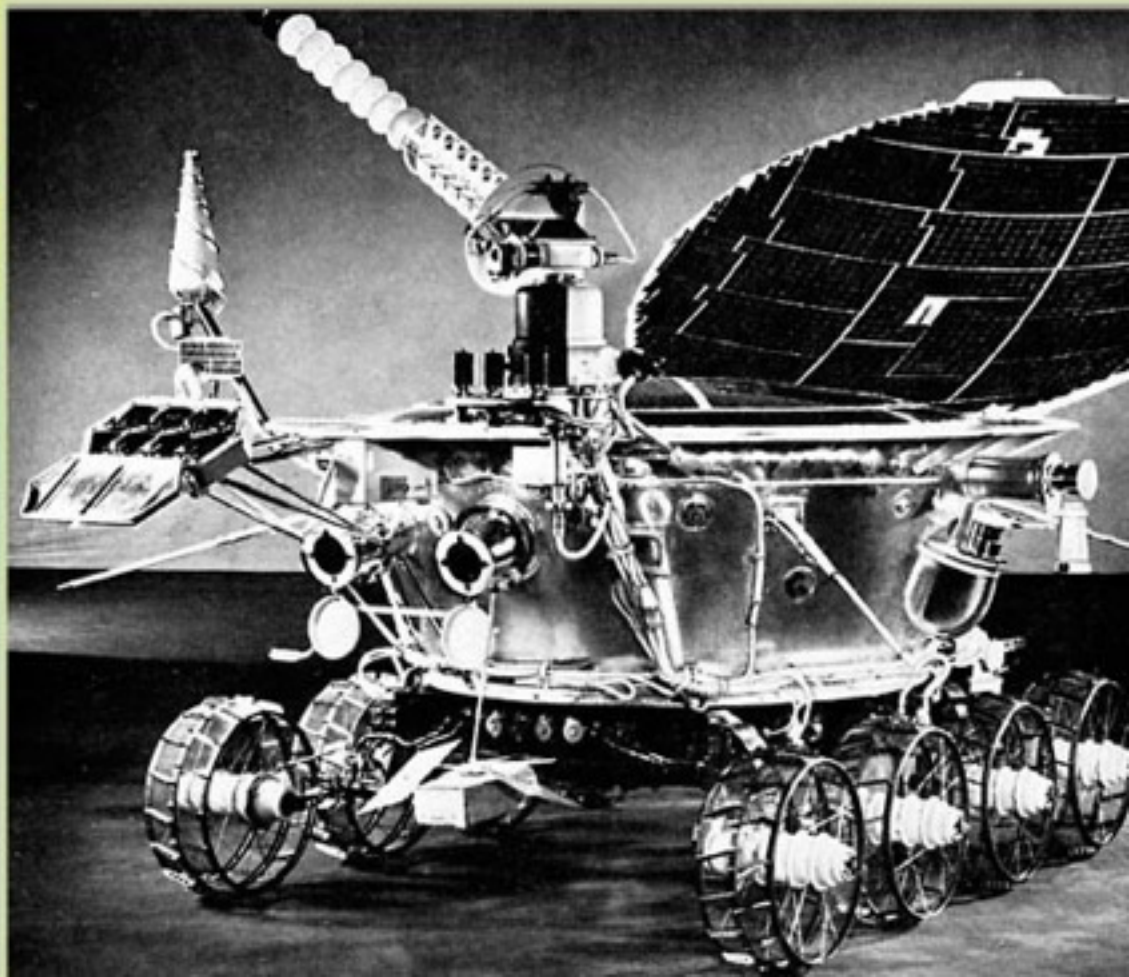

Retroreflector Apollo 11



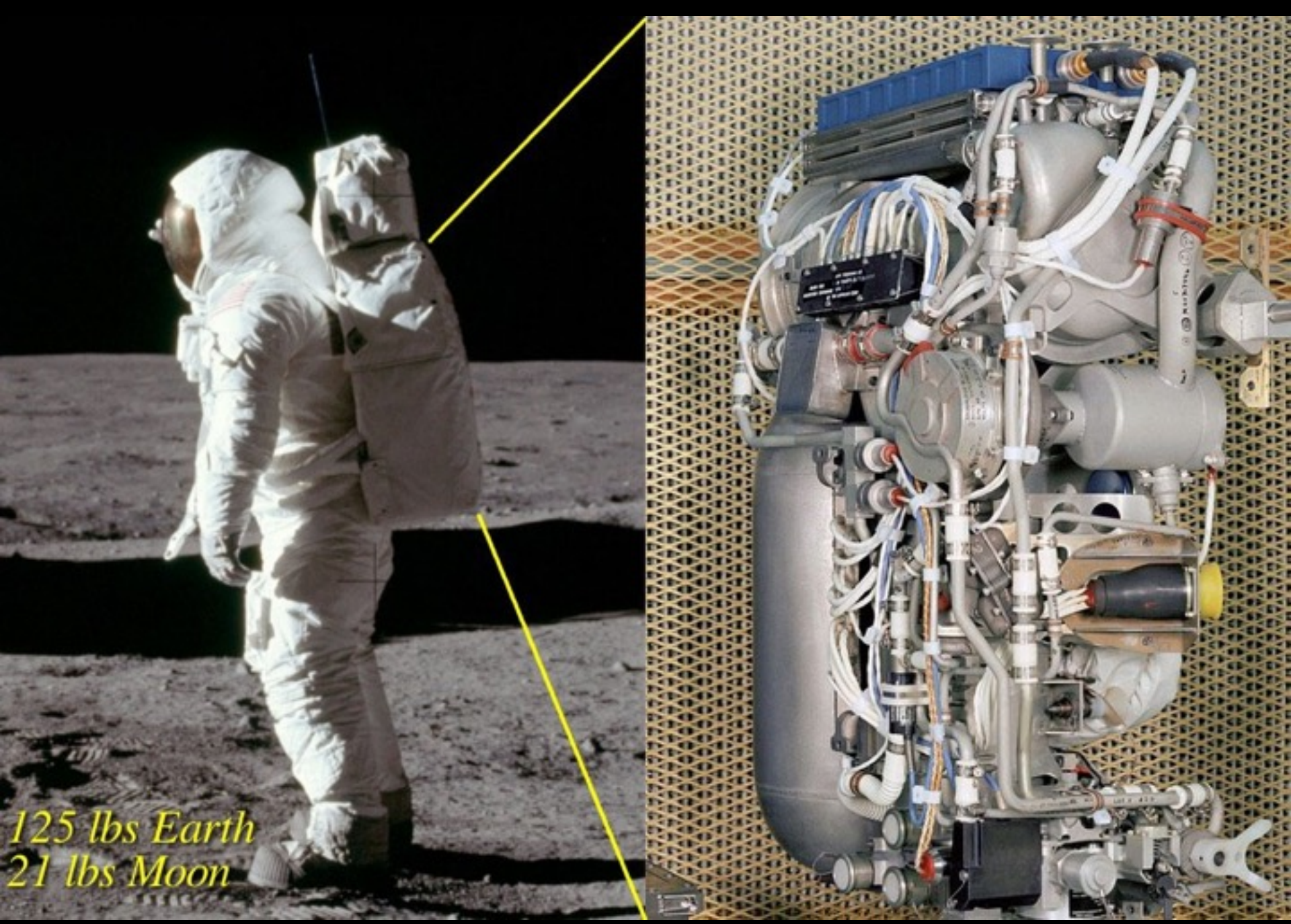


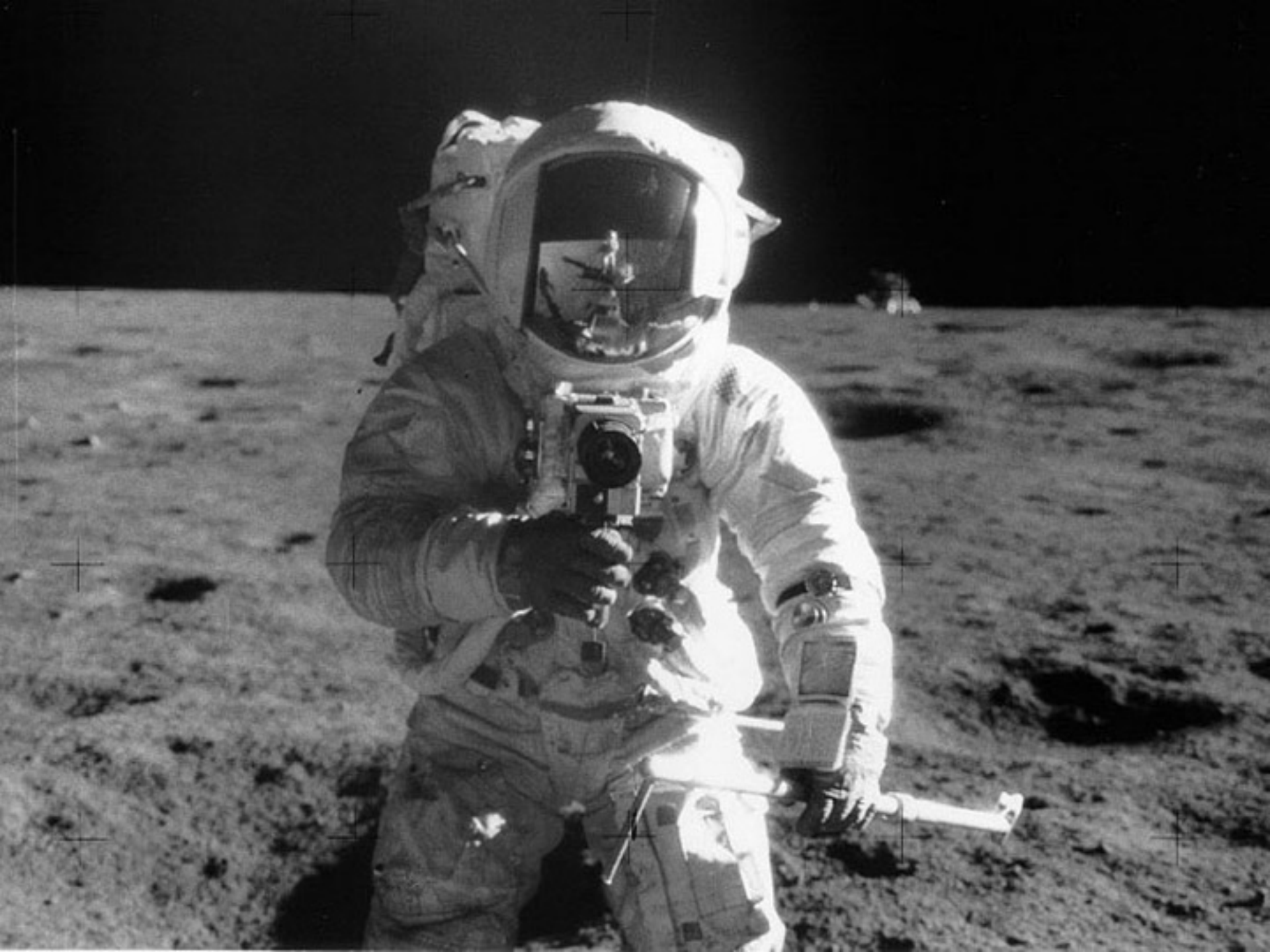
Лазерная локация Луны

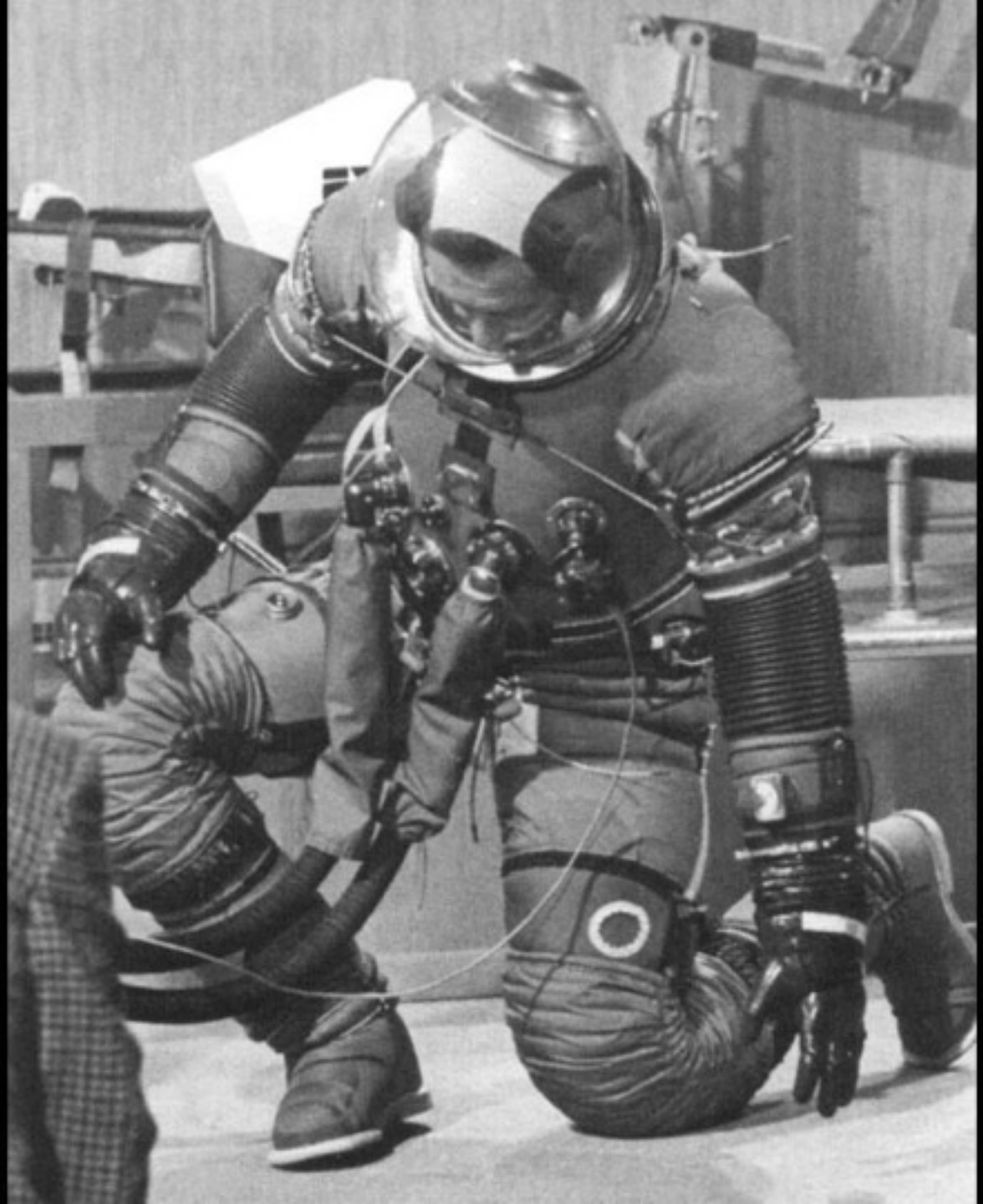
(точность ~ 1 см)



E. ALDRIN


125 lbs Earth
21 lbs Moon



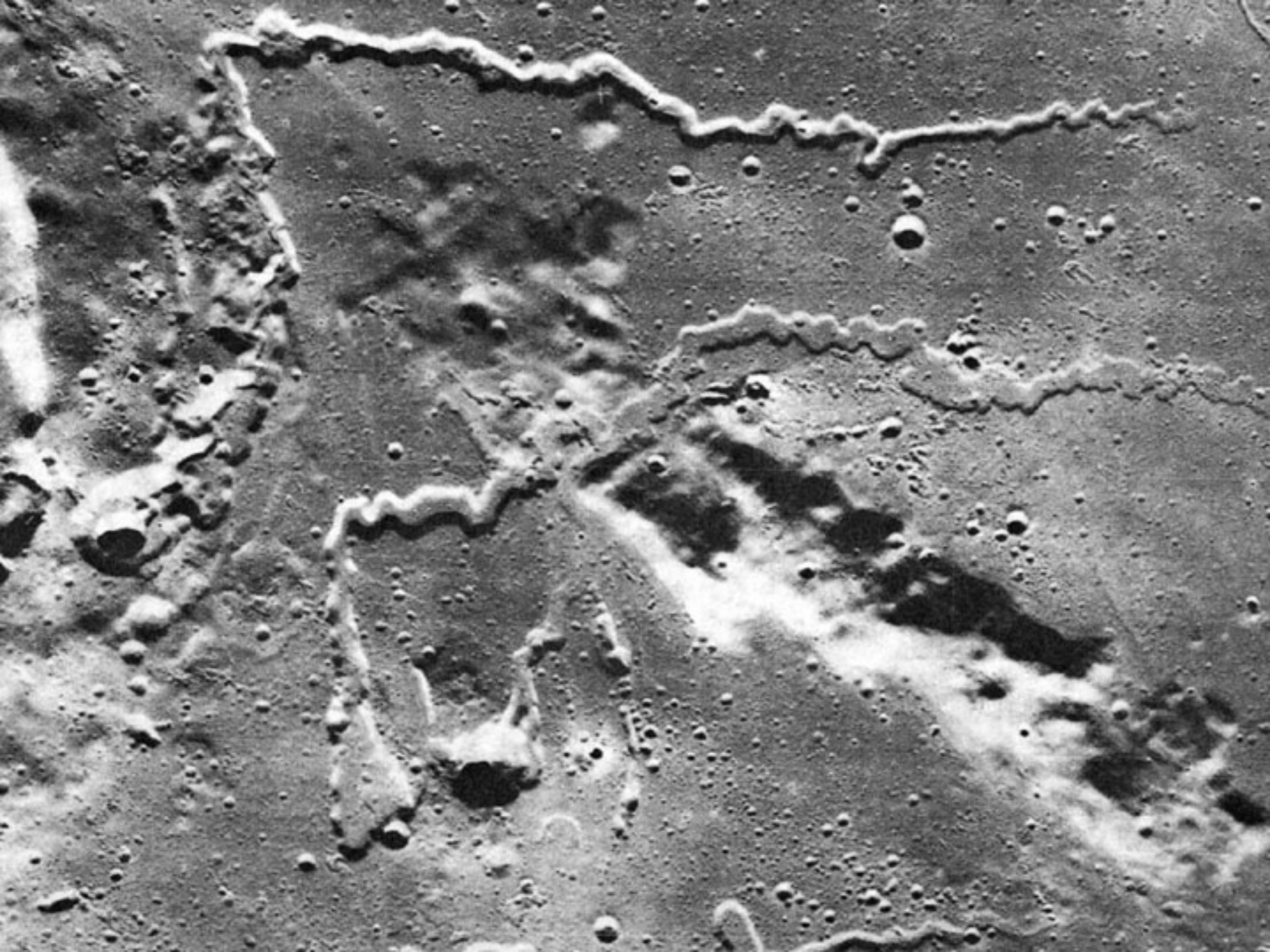


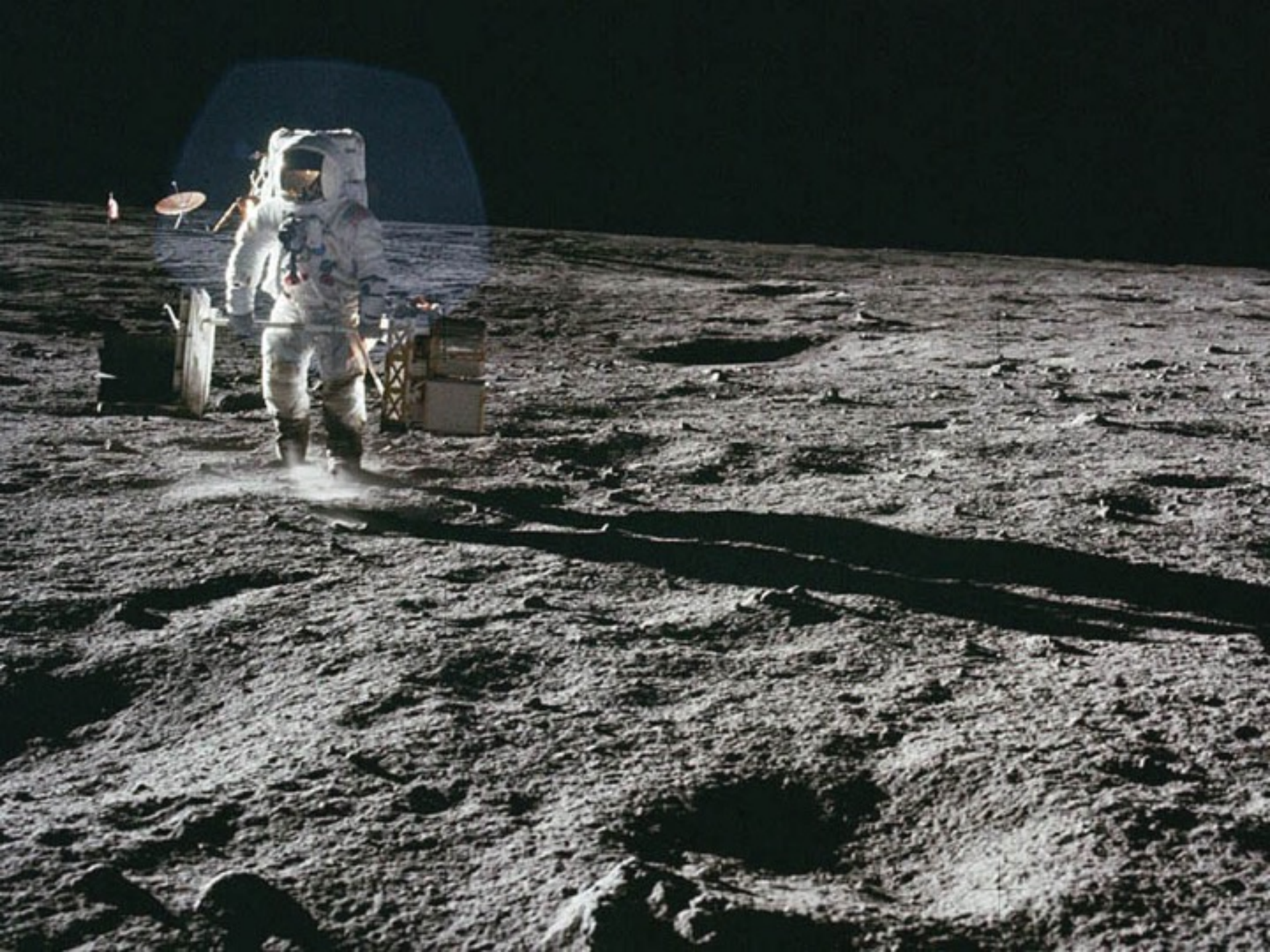
UNITED STATES

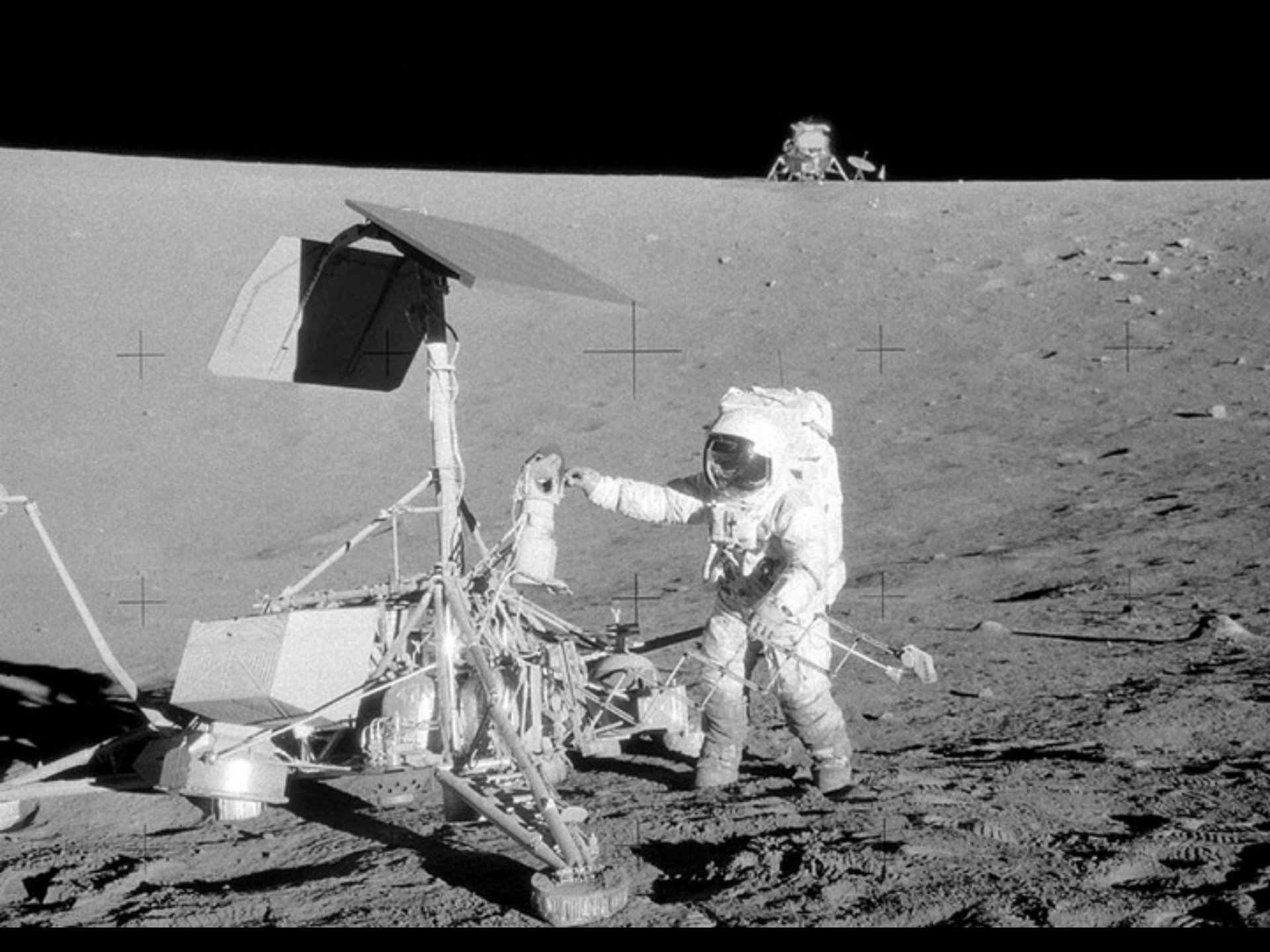
Аполлон-13

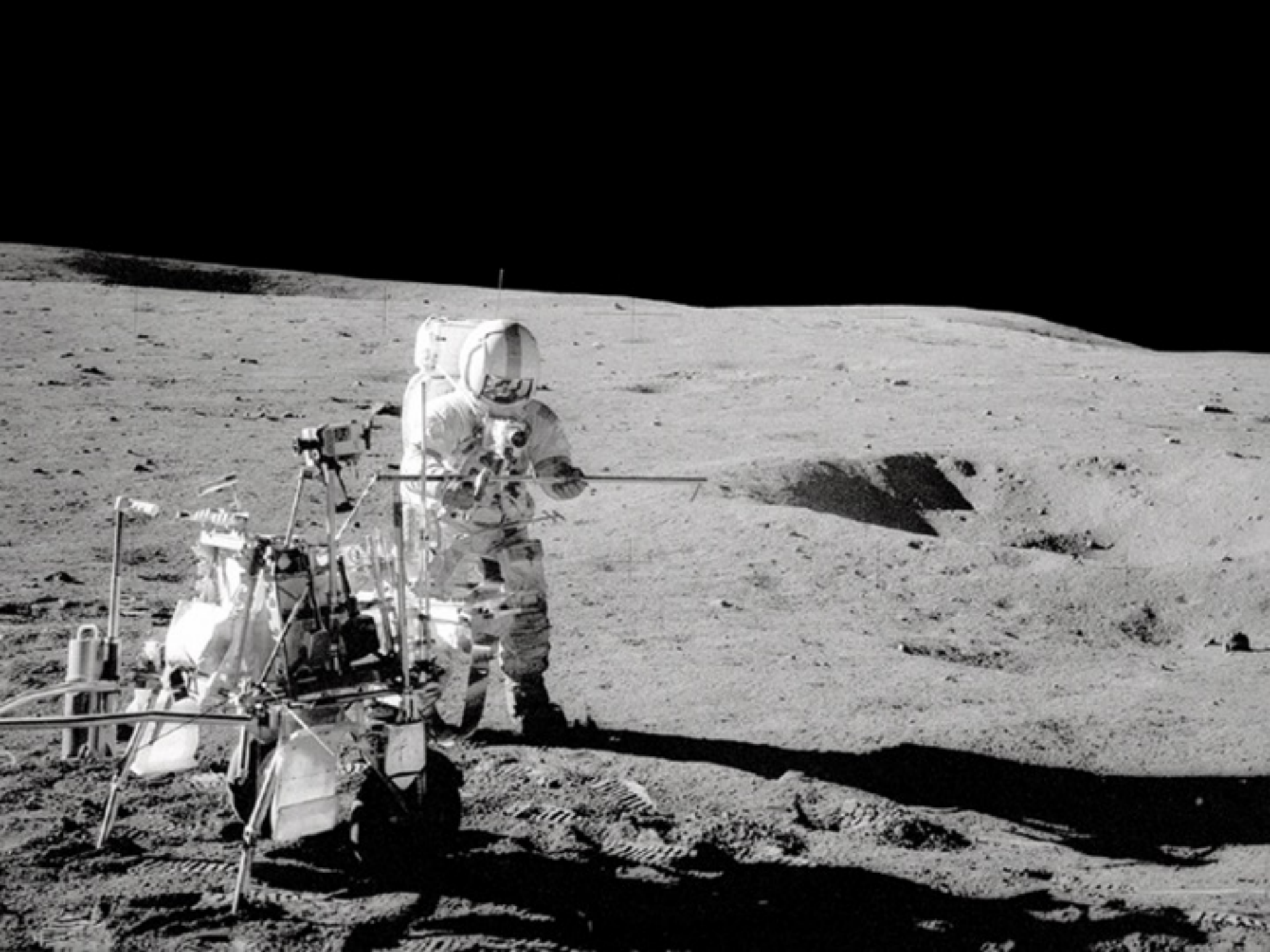
Взрыв был здесь

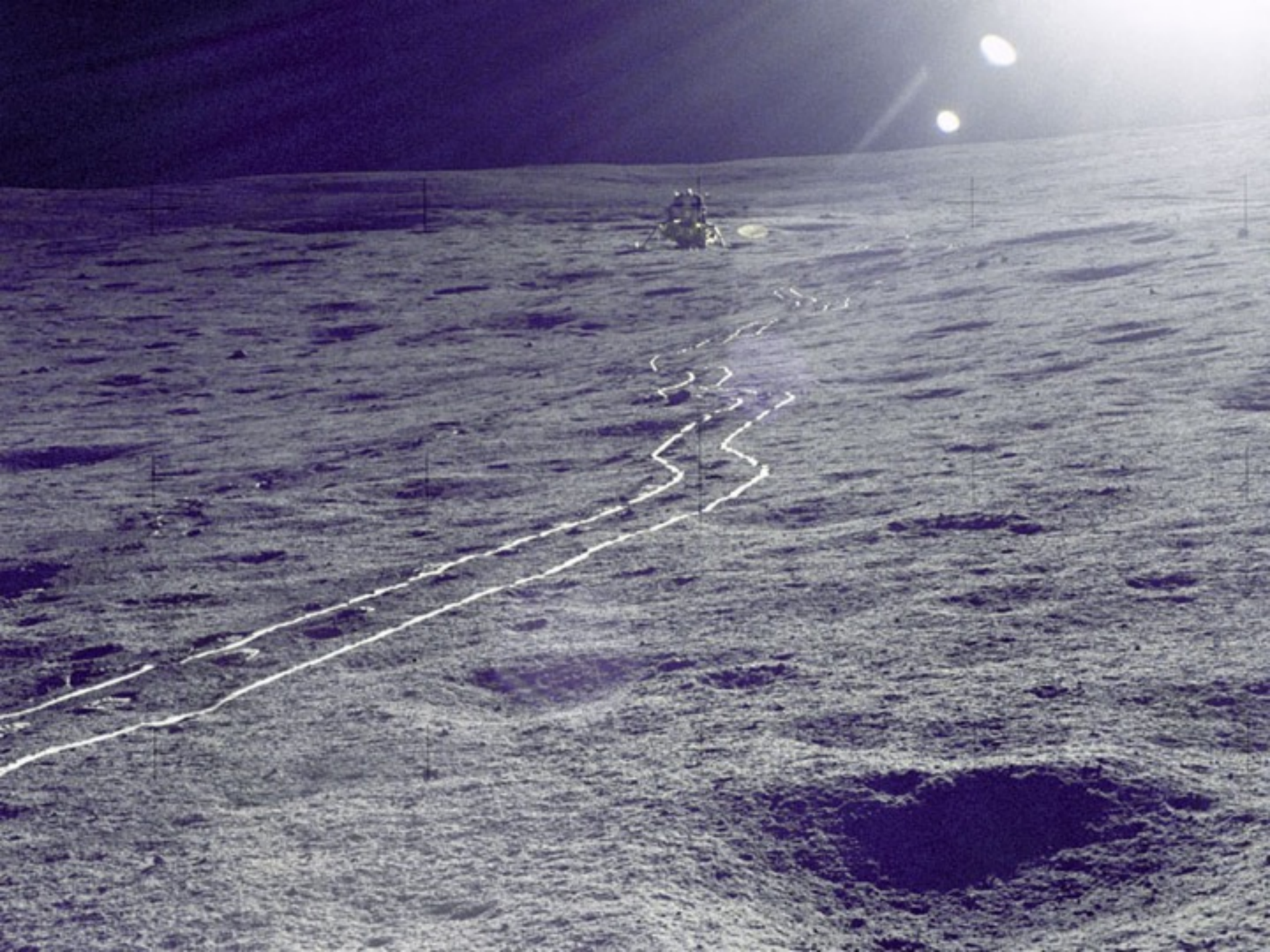
Джеймс Ловелл
Джон Суайгерт
Фред Хейз

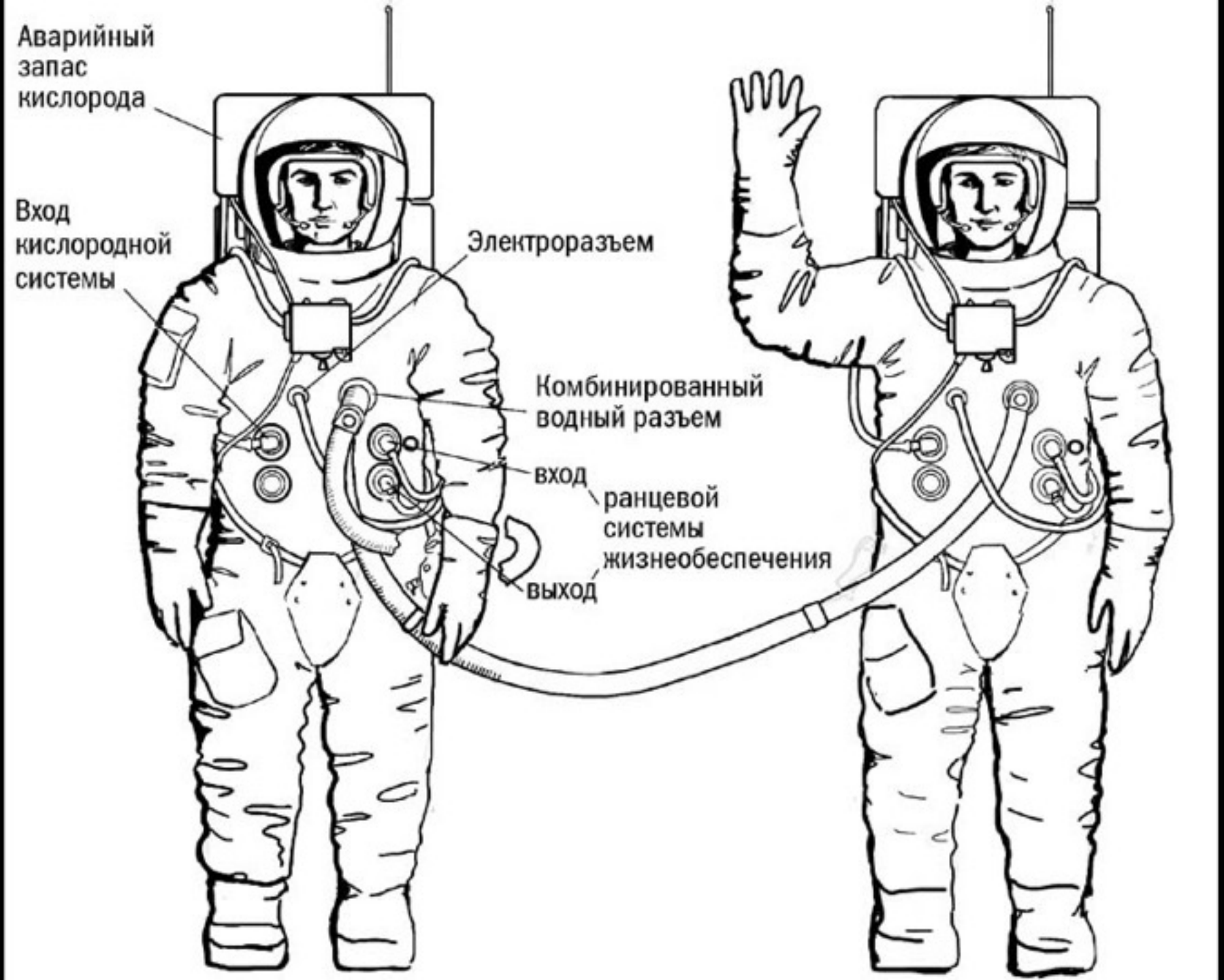






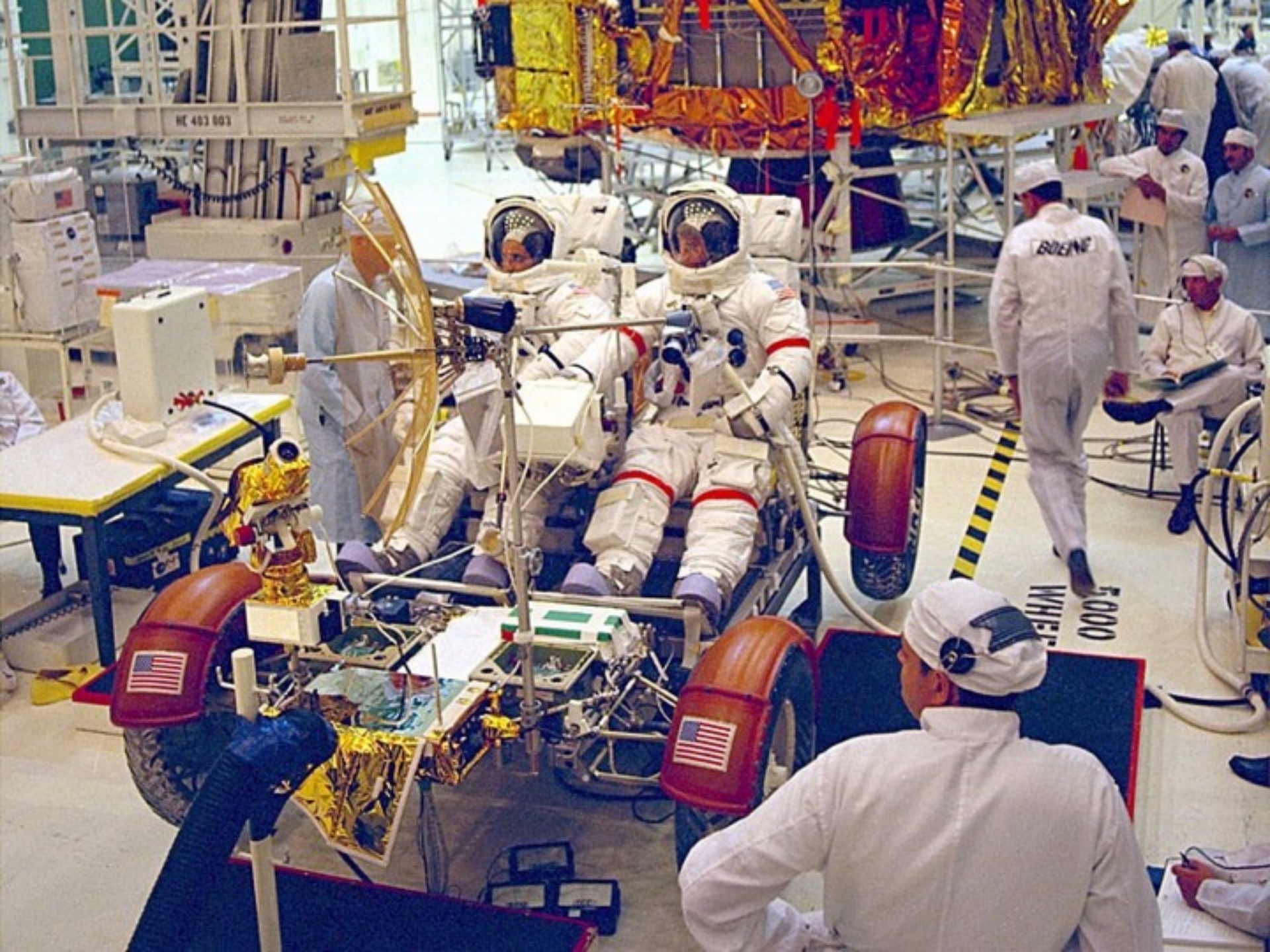


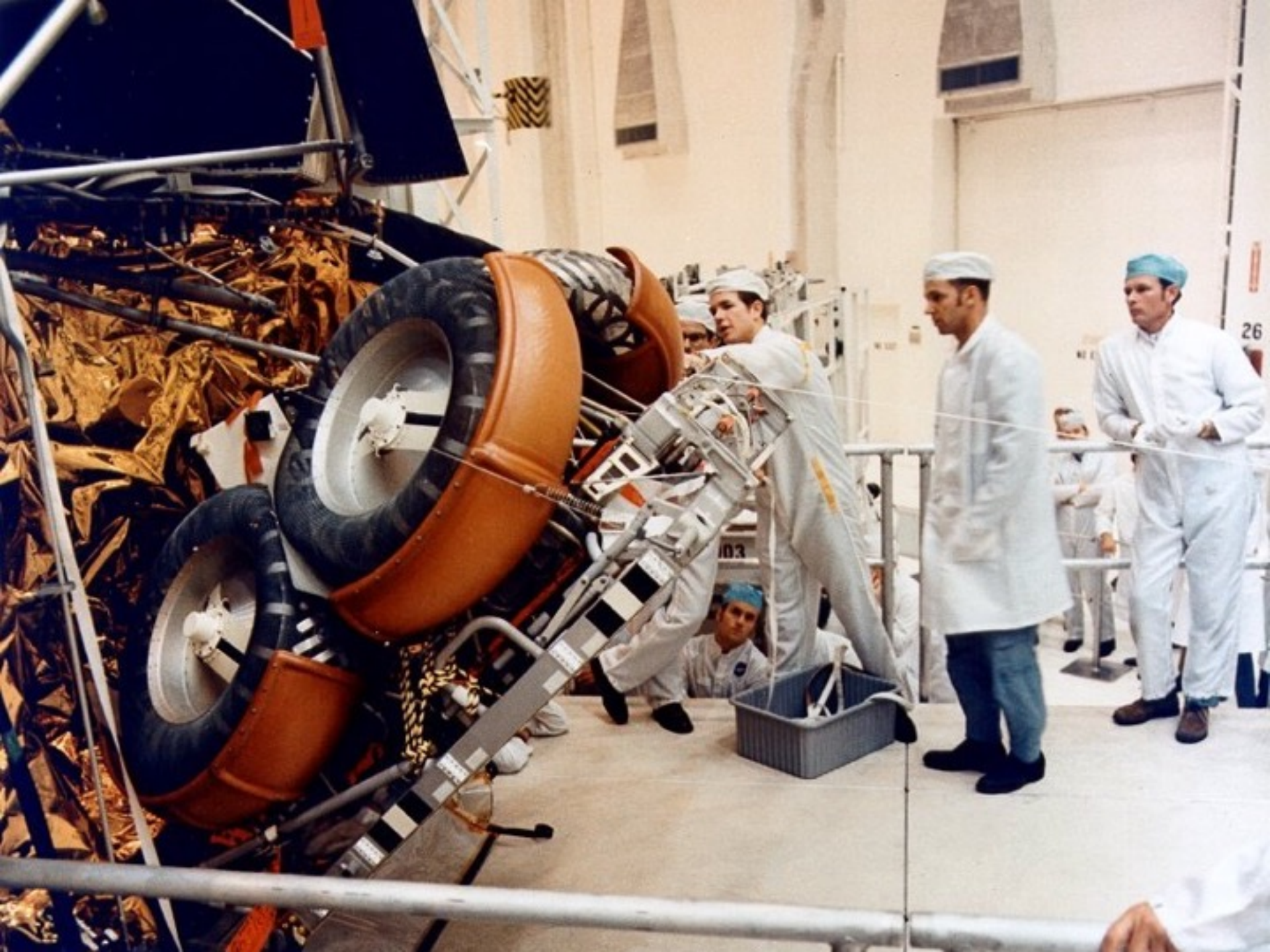


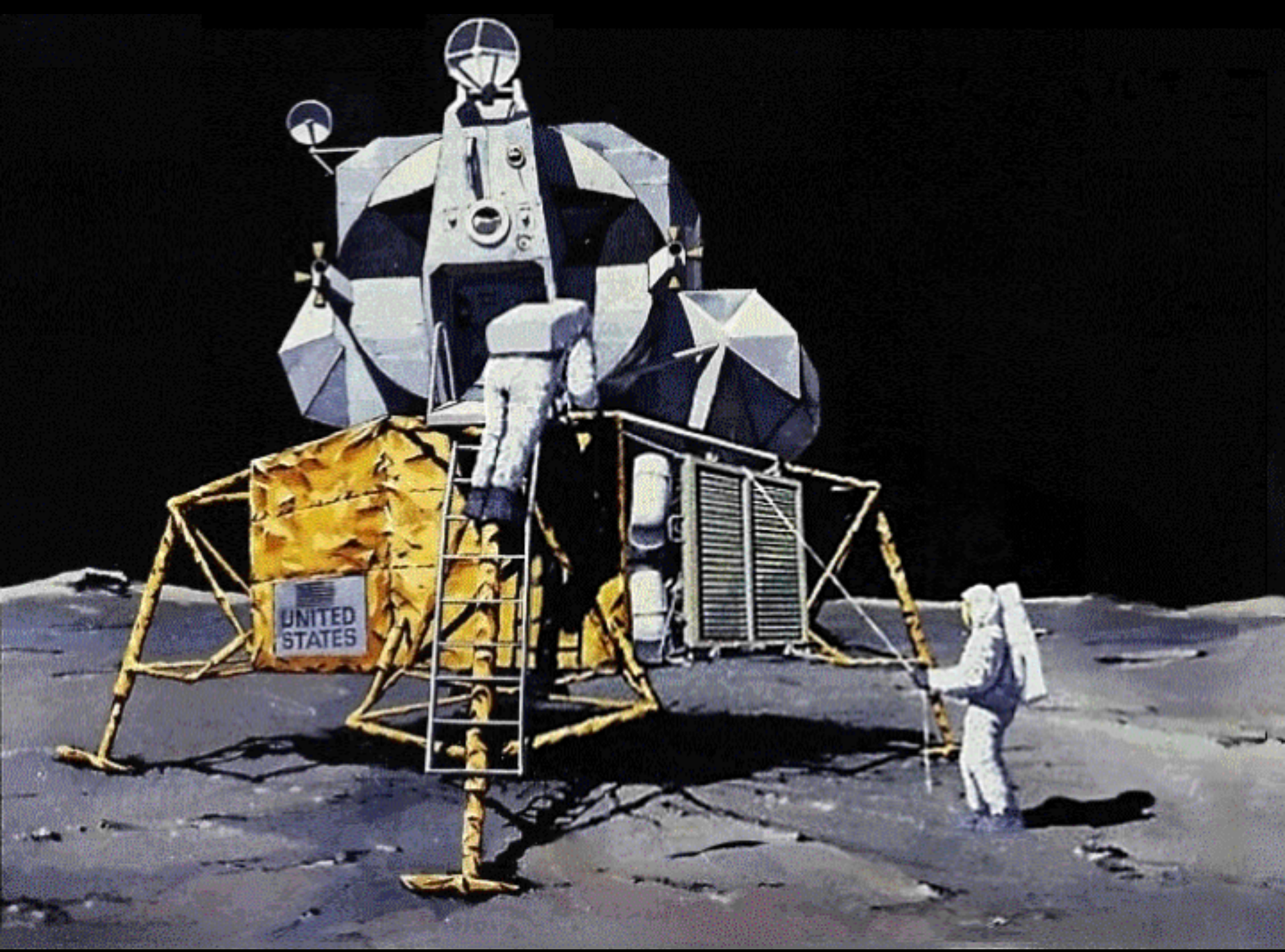

Аварийный запас кислорода
Вход кислородной системы
Электроразъем
Комбинированный водный разъем
вход
выход
ранцевой системы жизнеобеспечения

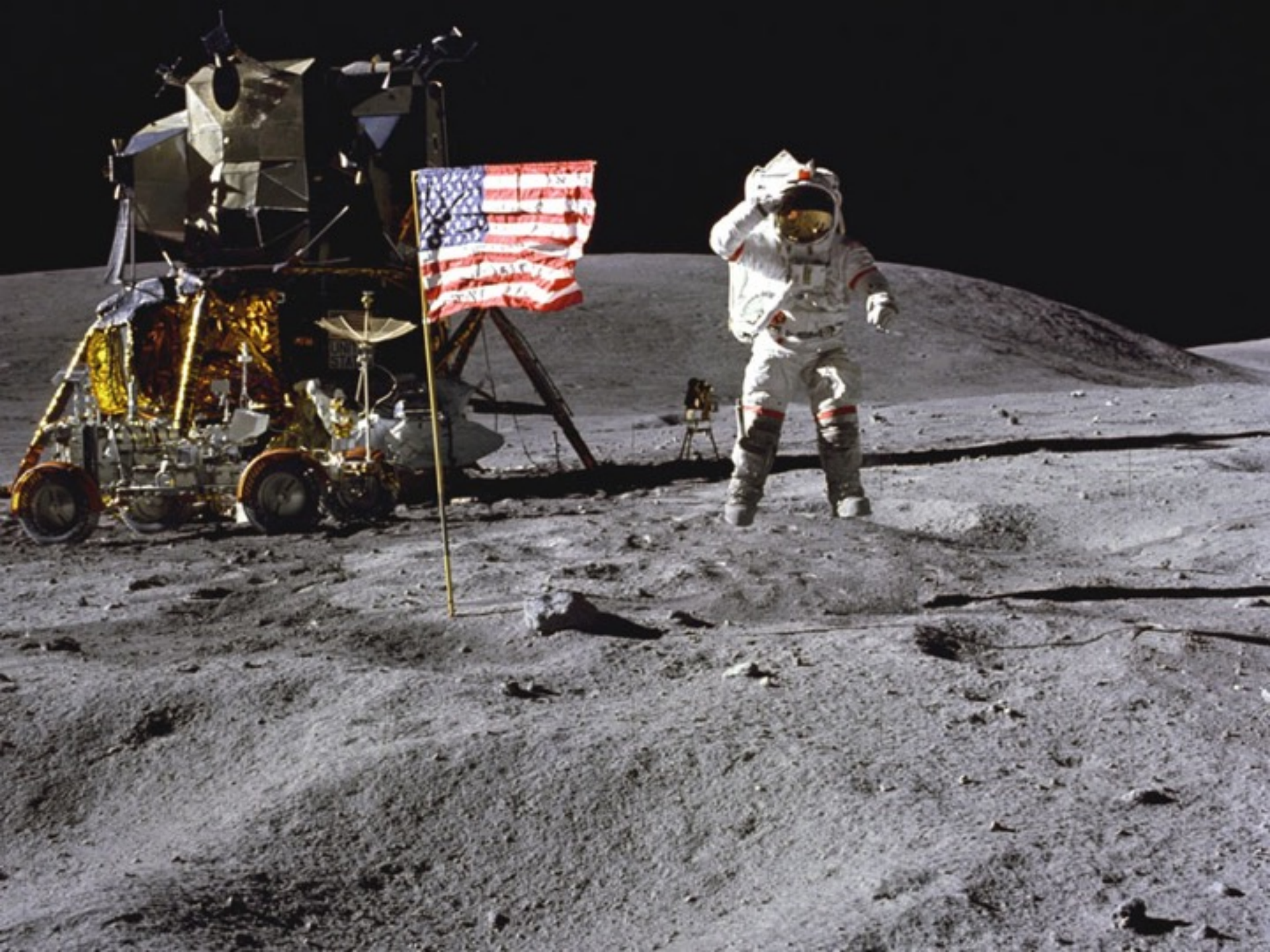
Узконаправленная антенна
Малонаправленная антенна
Камера
16-миллиметровая кинокамера
Пульт управления
Ручка управления
Емкость для образцов
Багажник
Пылезащитный щиток
Ящик под сиденьем
Сетчатый каркас колеса

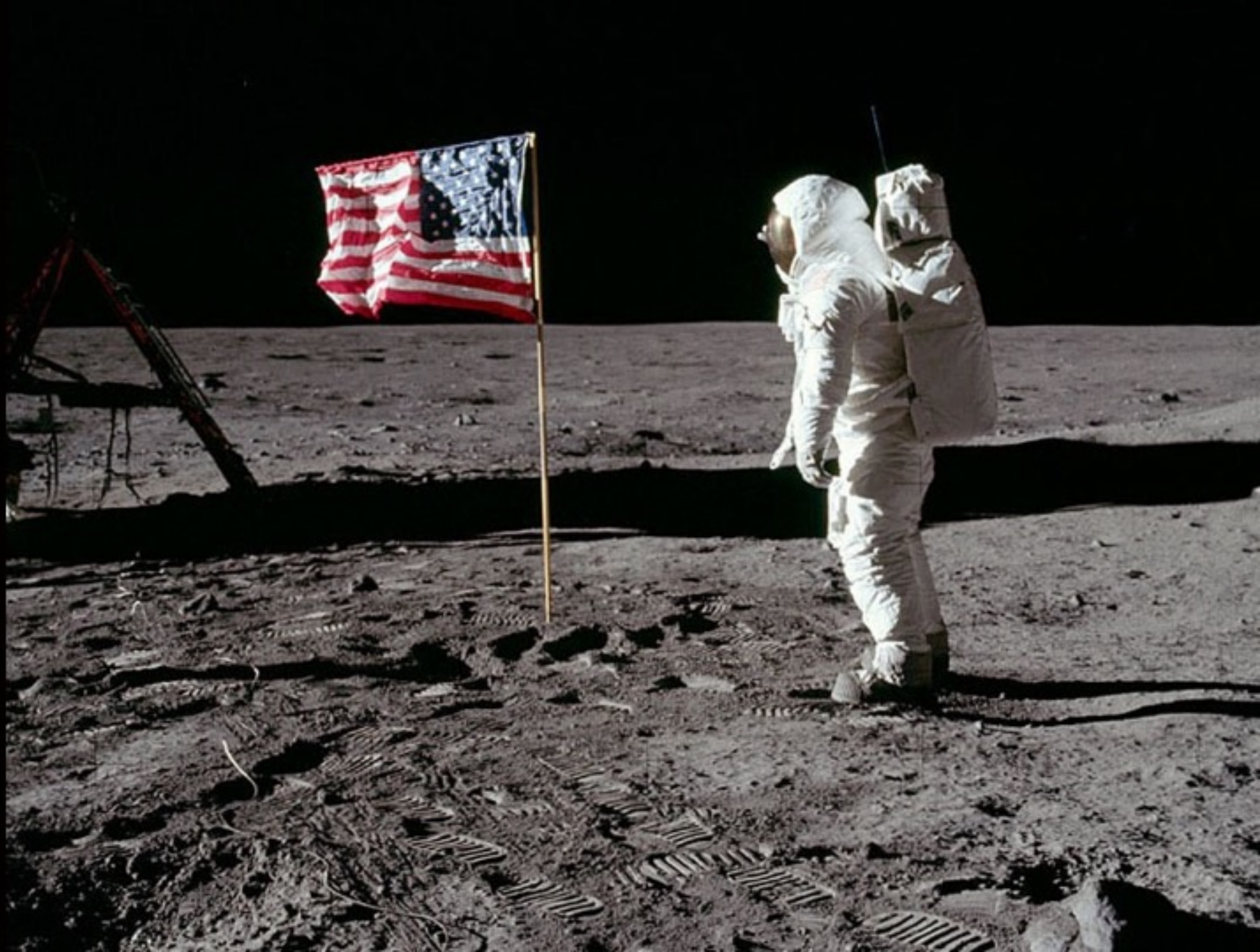
APOLLO XVII
CERNAN EVANS SCHMITT

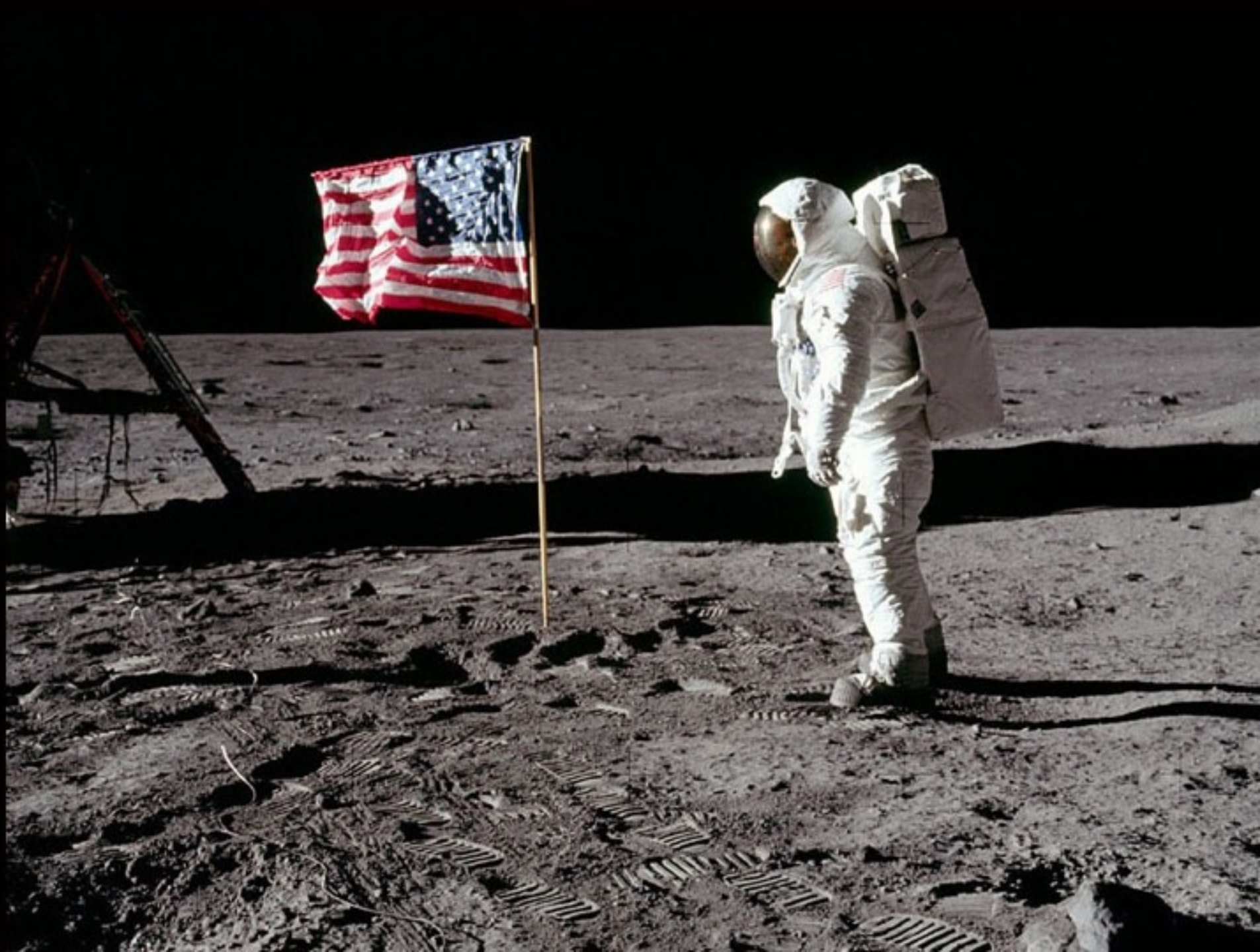

BOEING

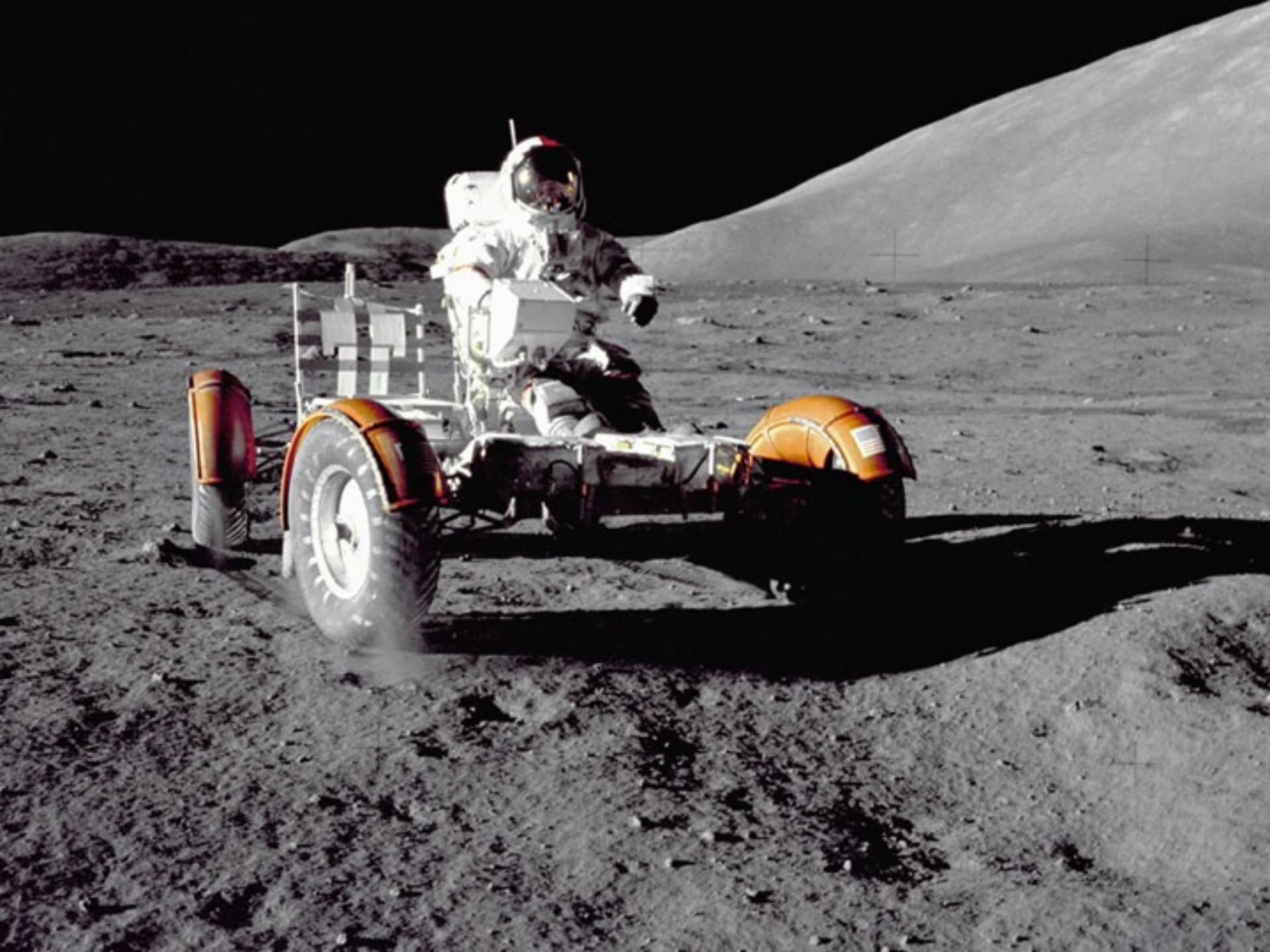



UNITED
STATES



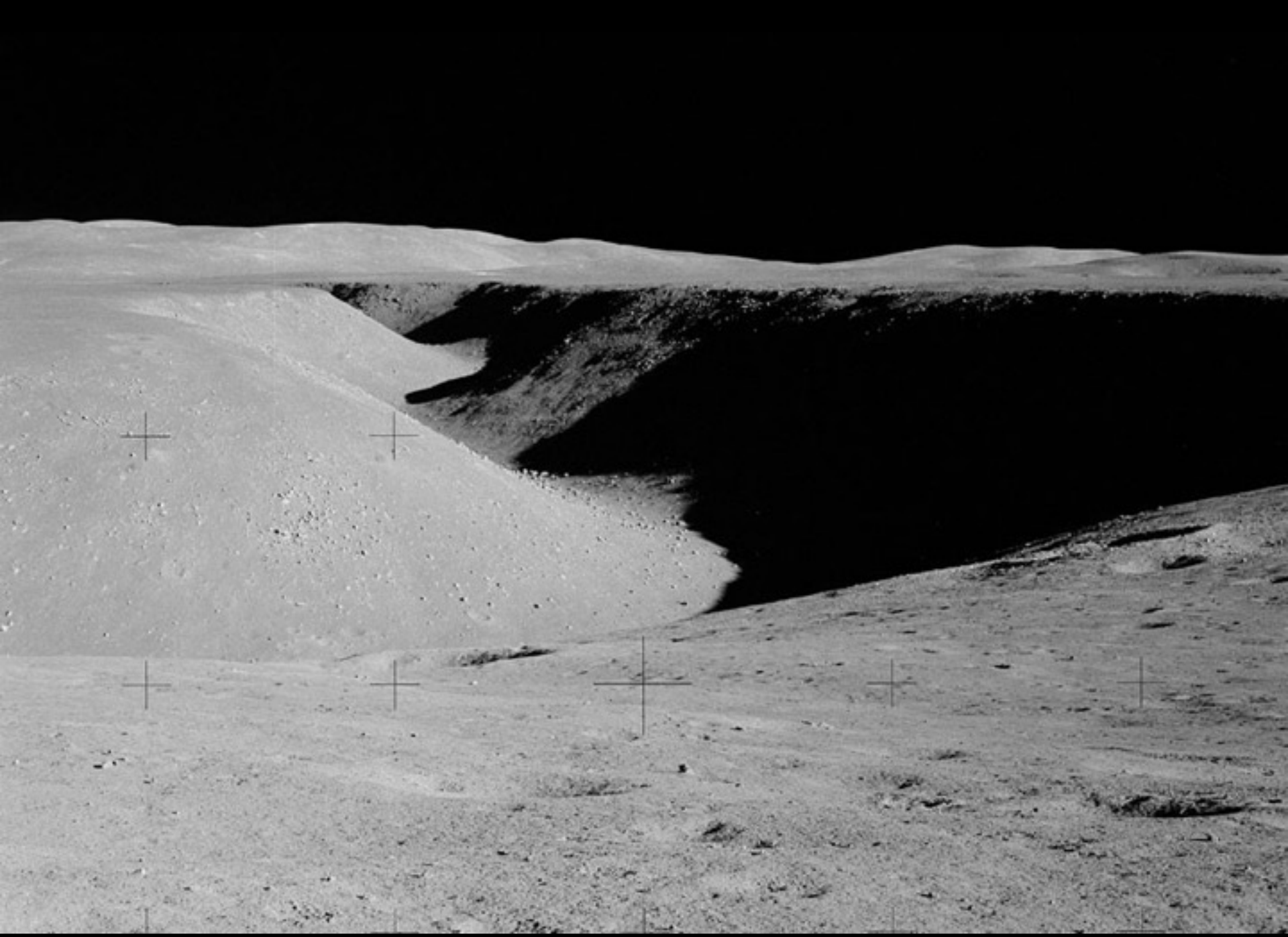






Hadley Rille

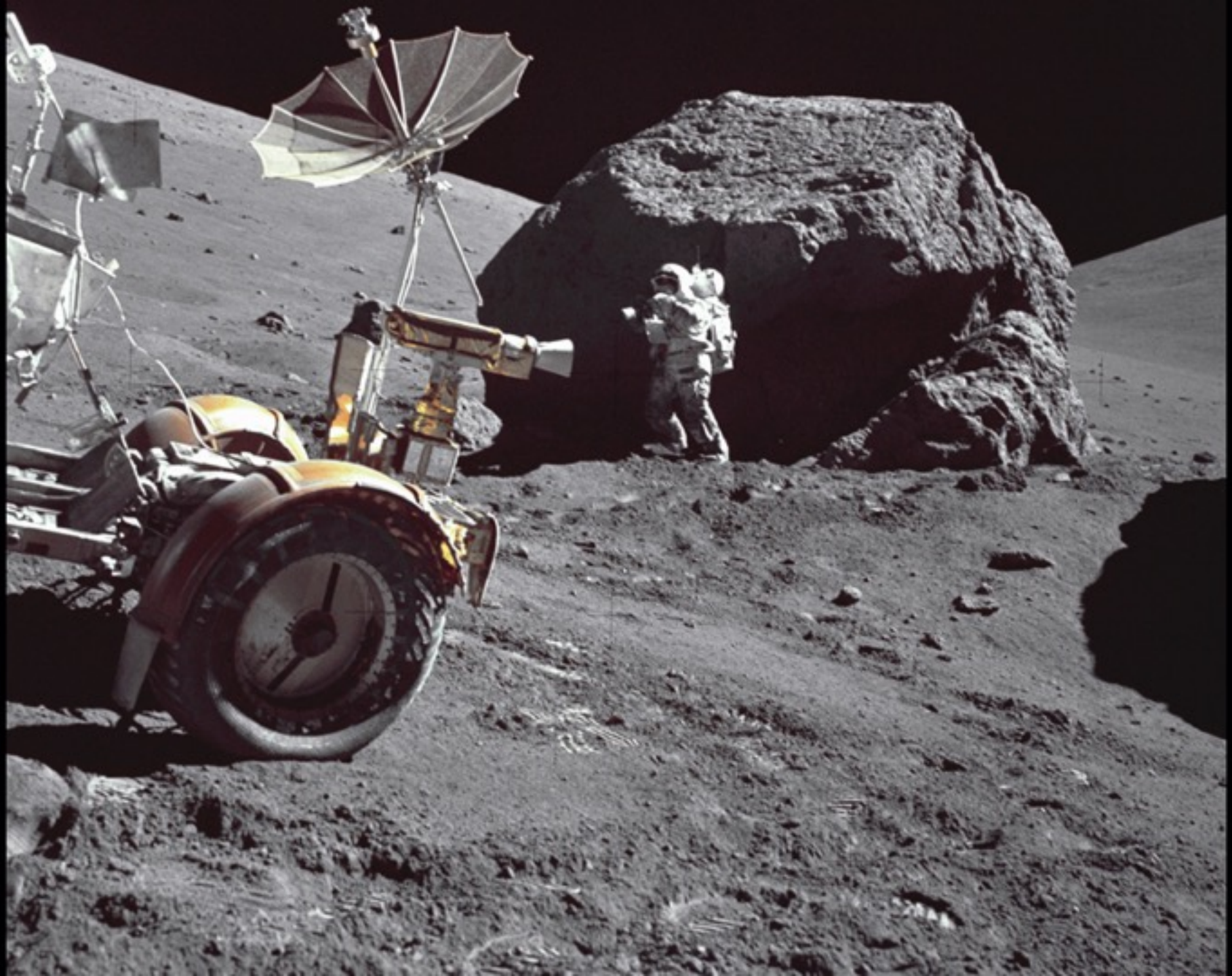
Apollo 15

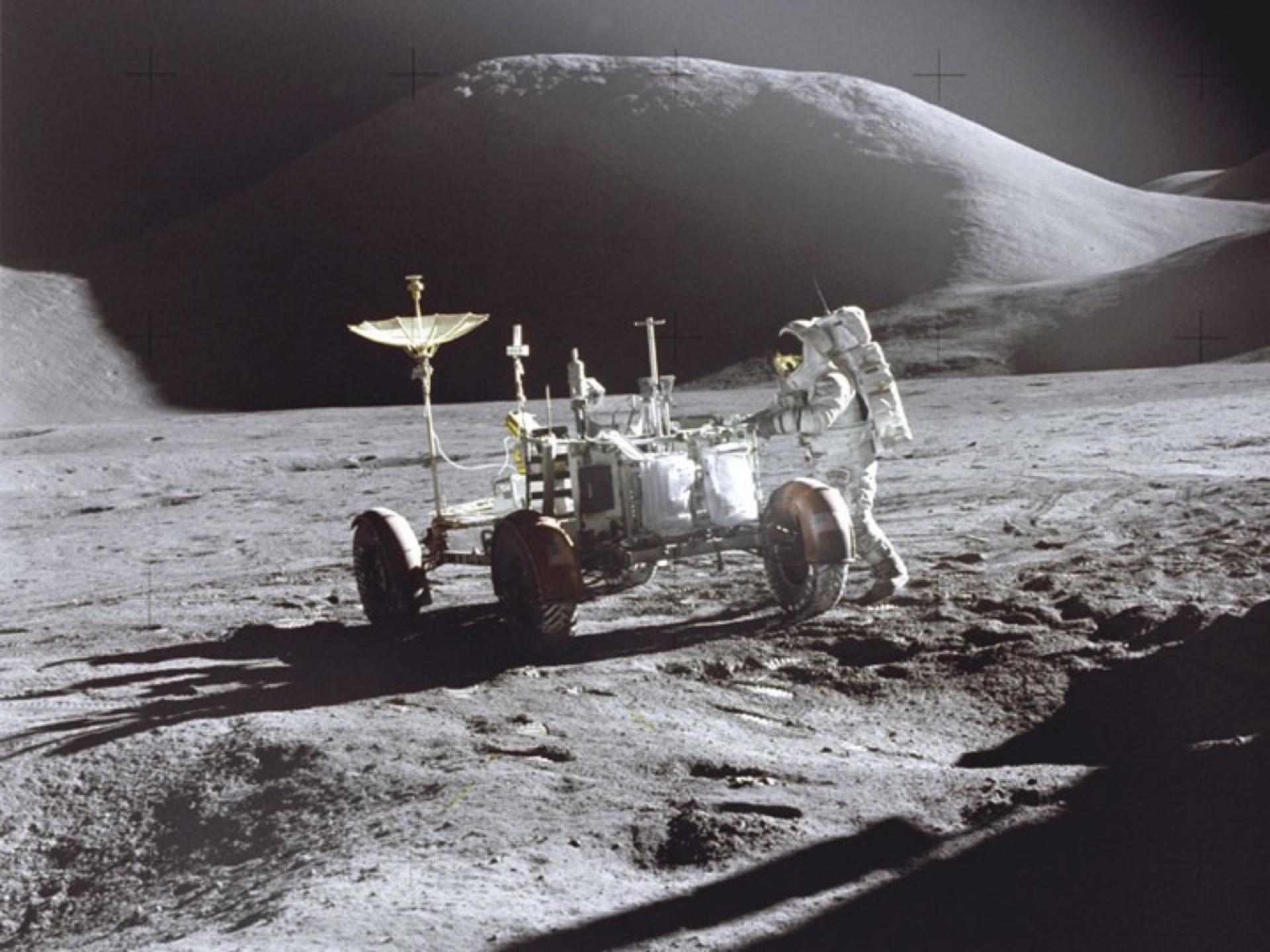


UNITED
STATES

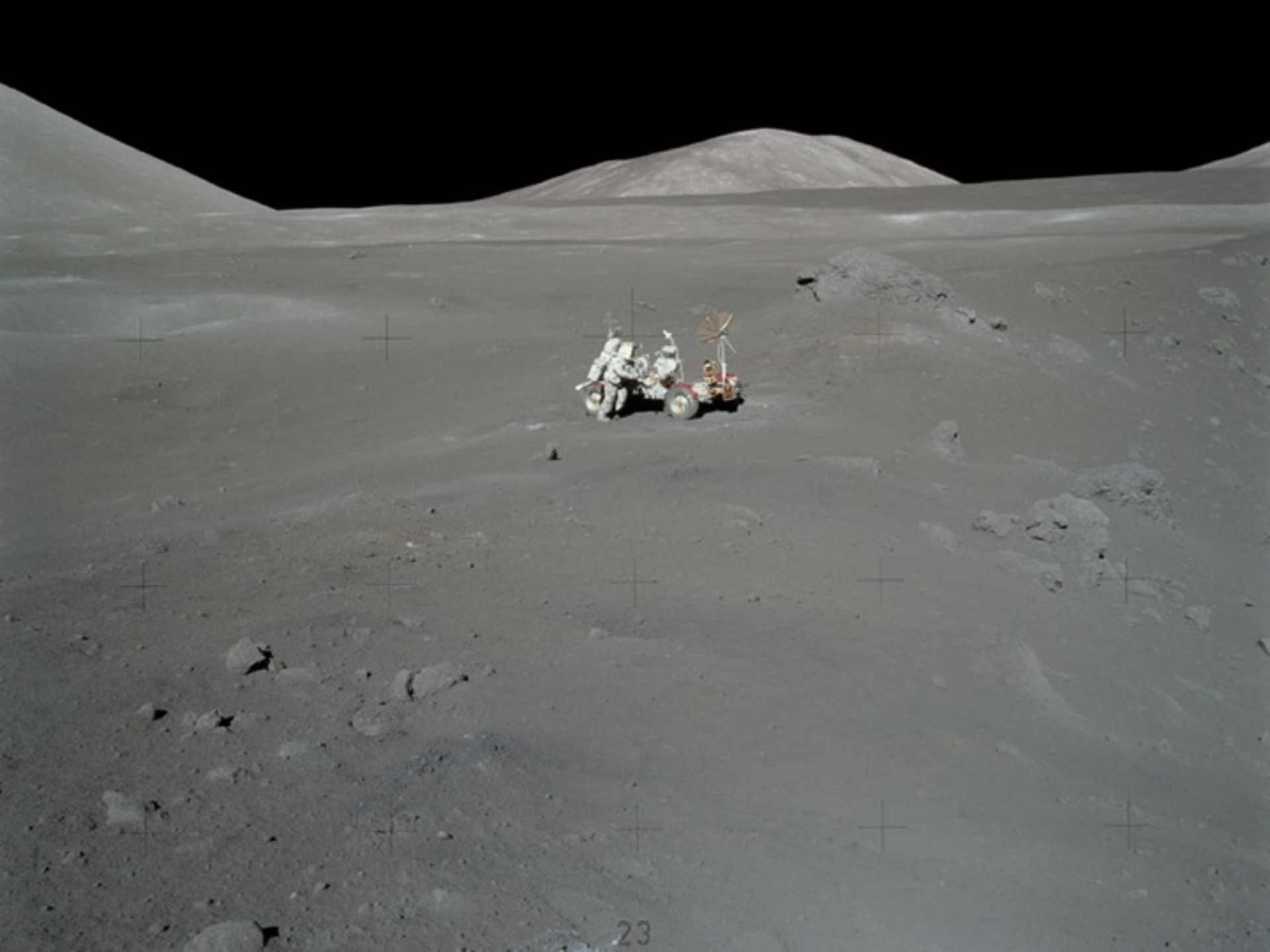
UNITED
STATES

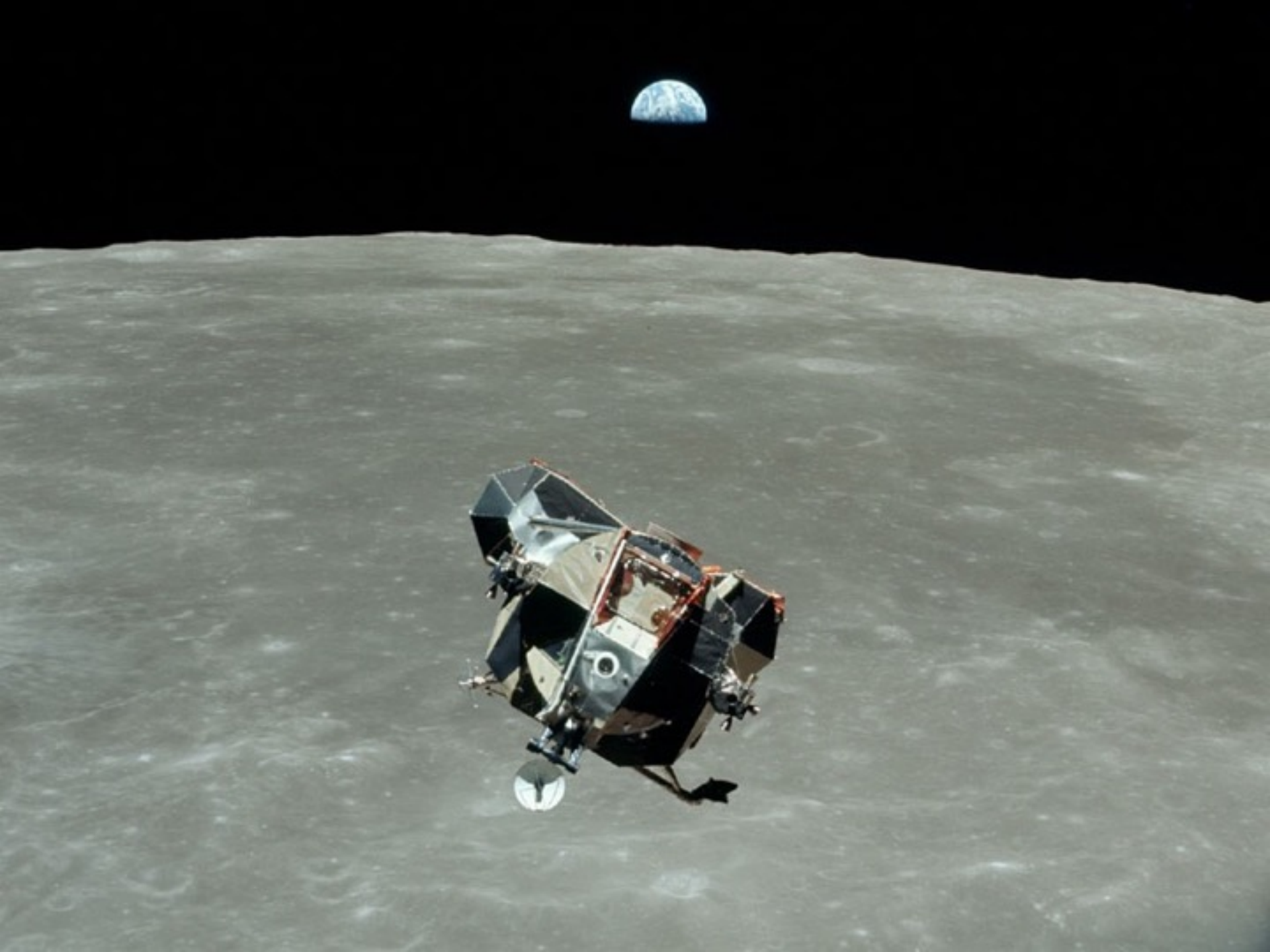
Taken by Apollo 17 commander, Gene Cernan this pan was located in the middle of the Taurus Littrow valley and shows lunar module pilot Harrison Schmitt running over to the lunar rover. The large crater in the foreground is Camelot Crater.

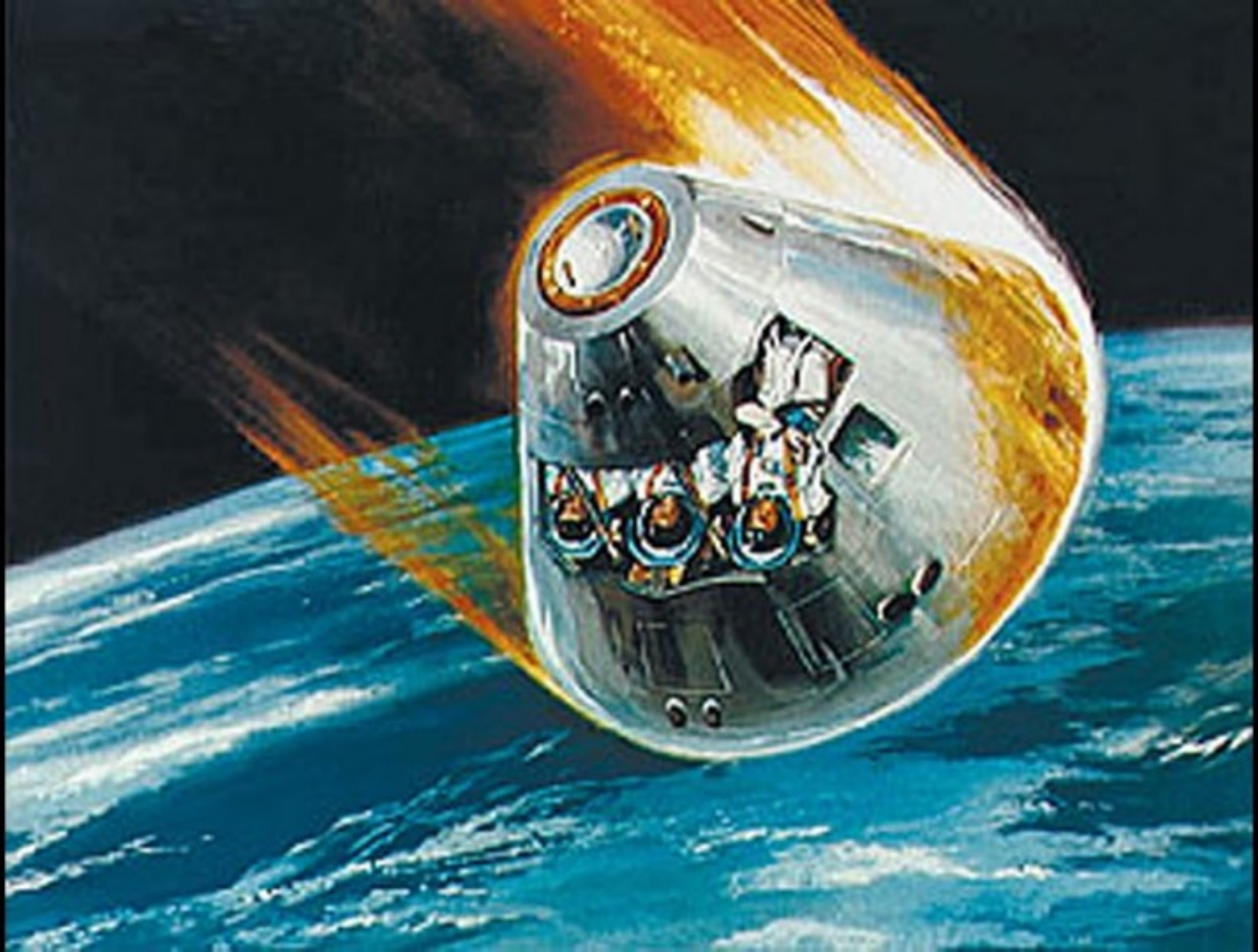


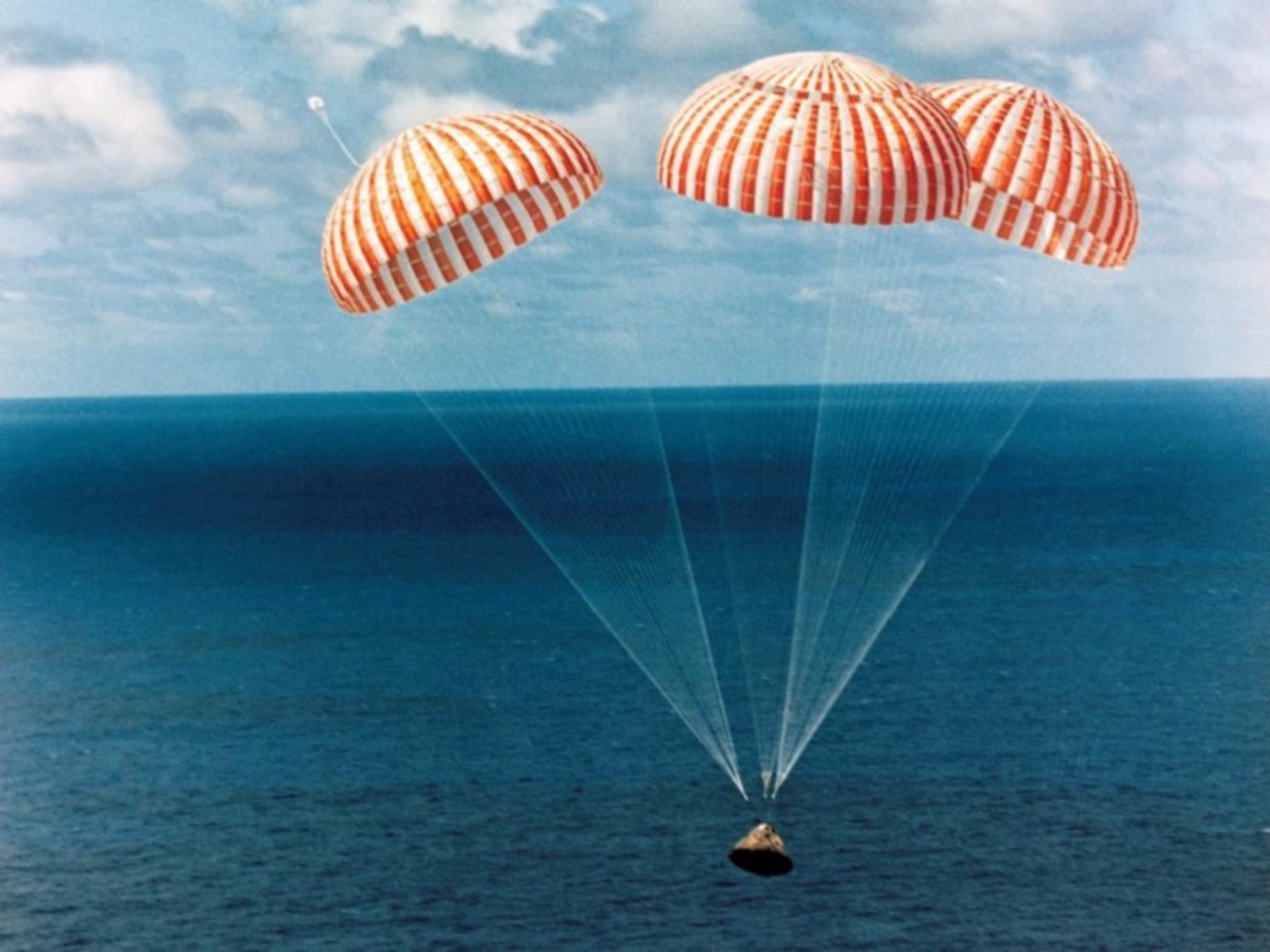


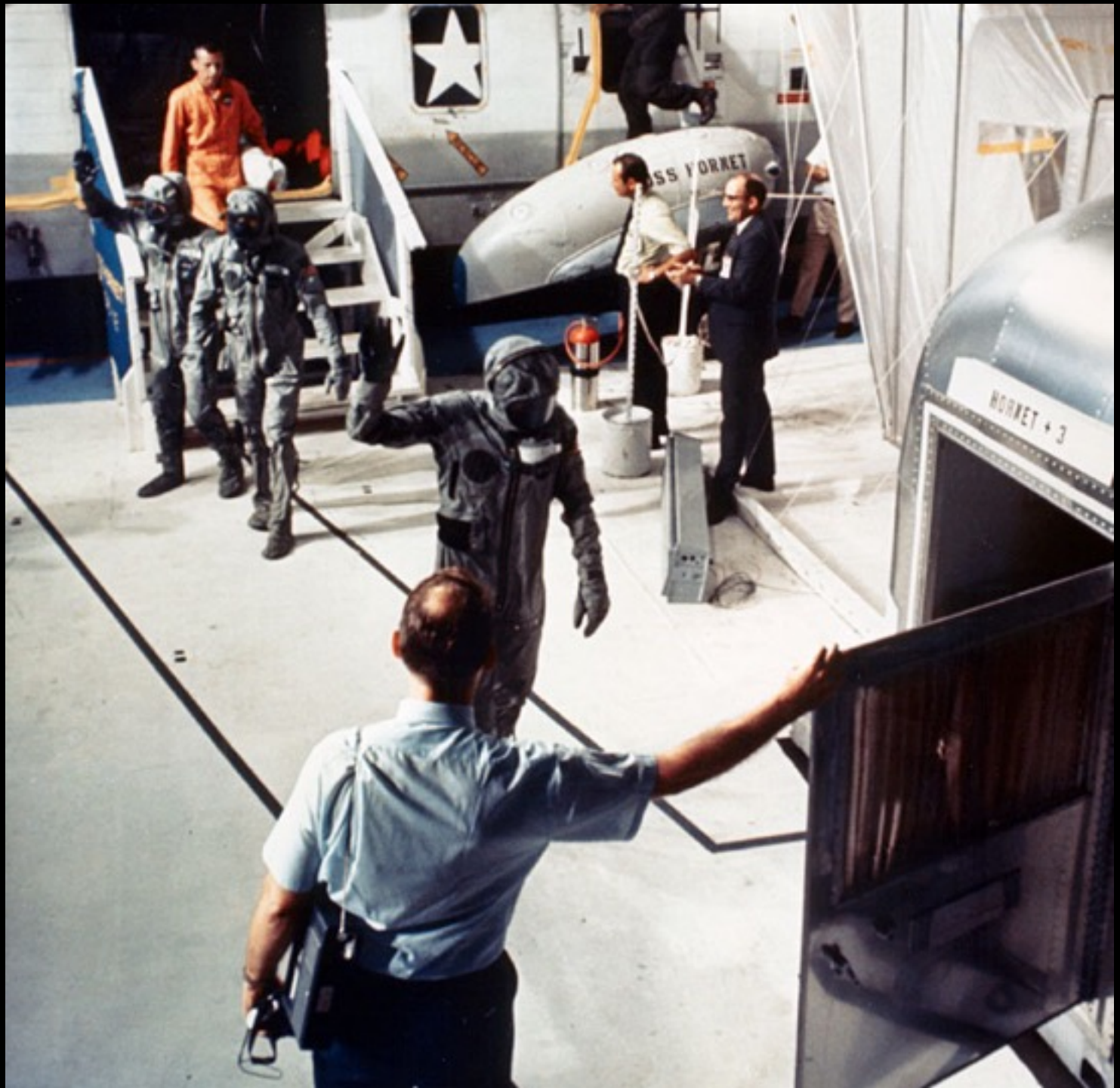
Аполлон-15 июль 1971 г. гора Хэдли


23

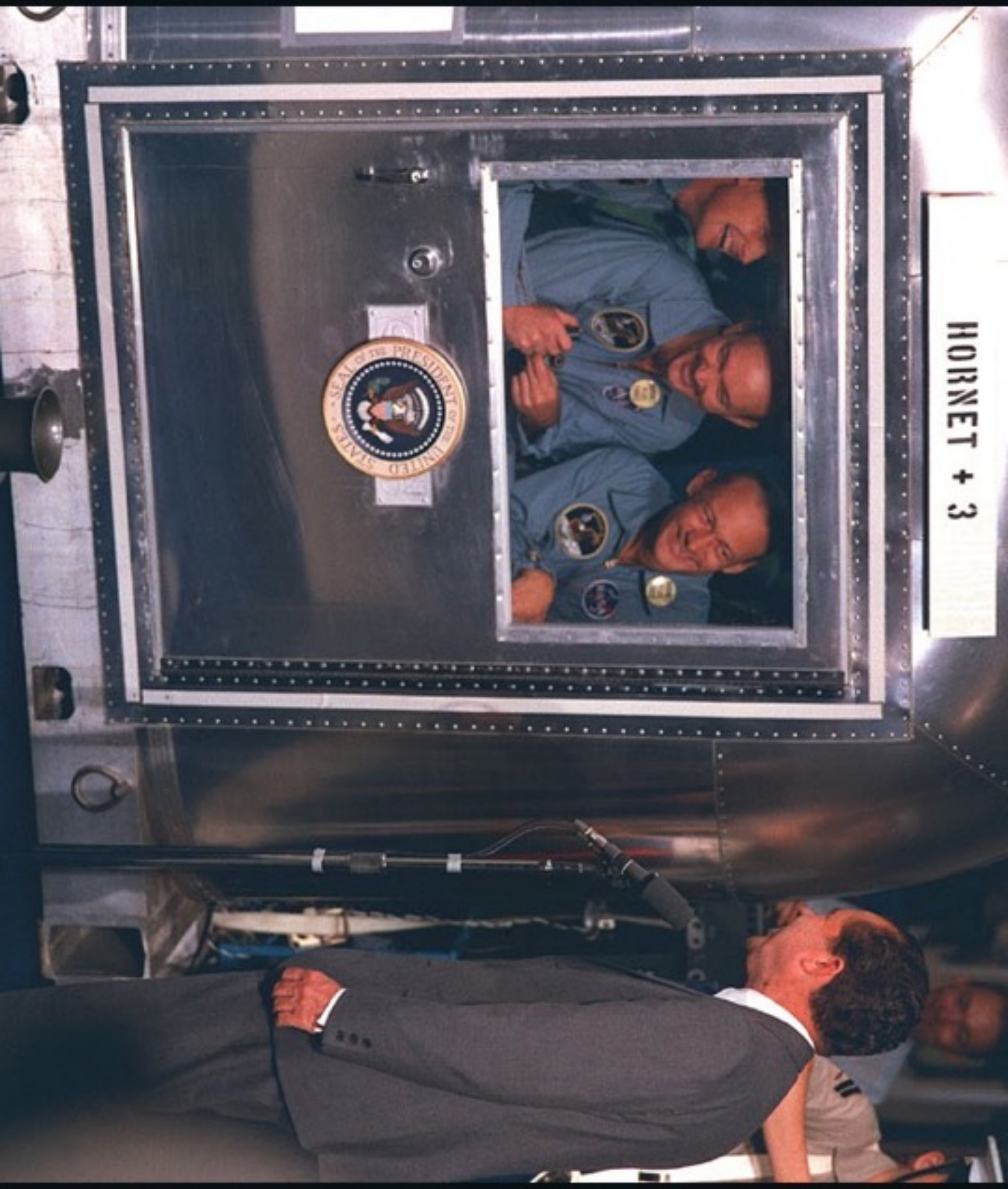






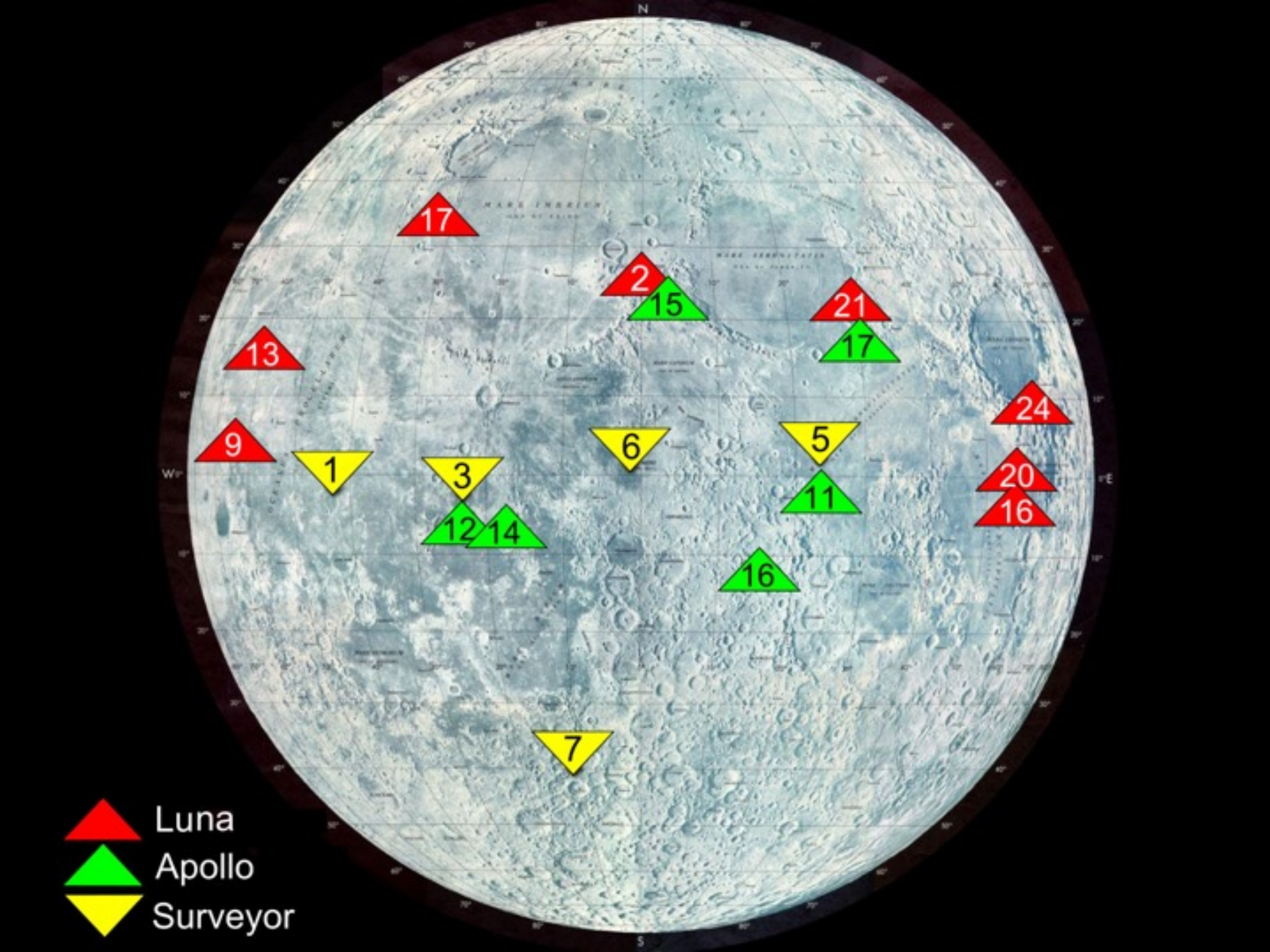

HORNET • 3

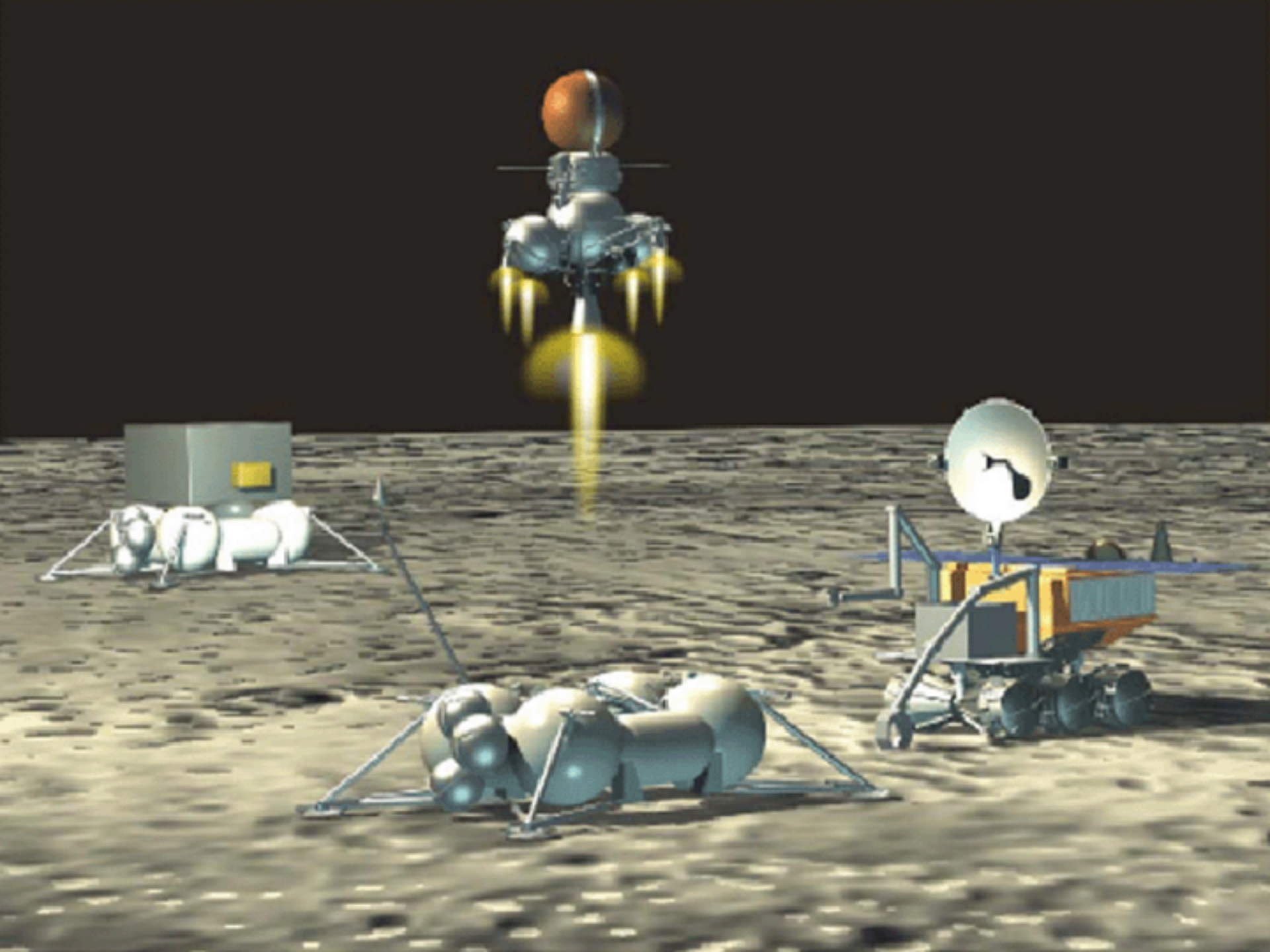
Трехнедельный карантин после возвращения с Луны

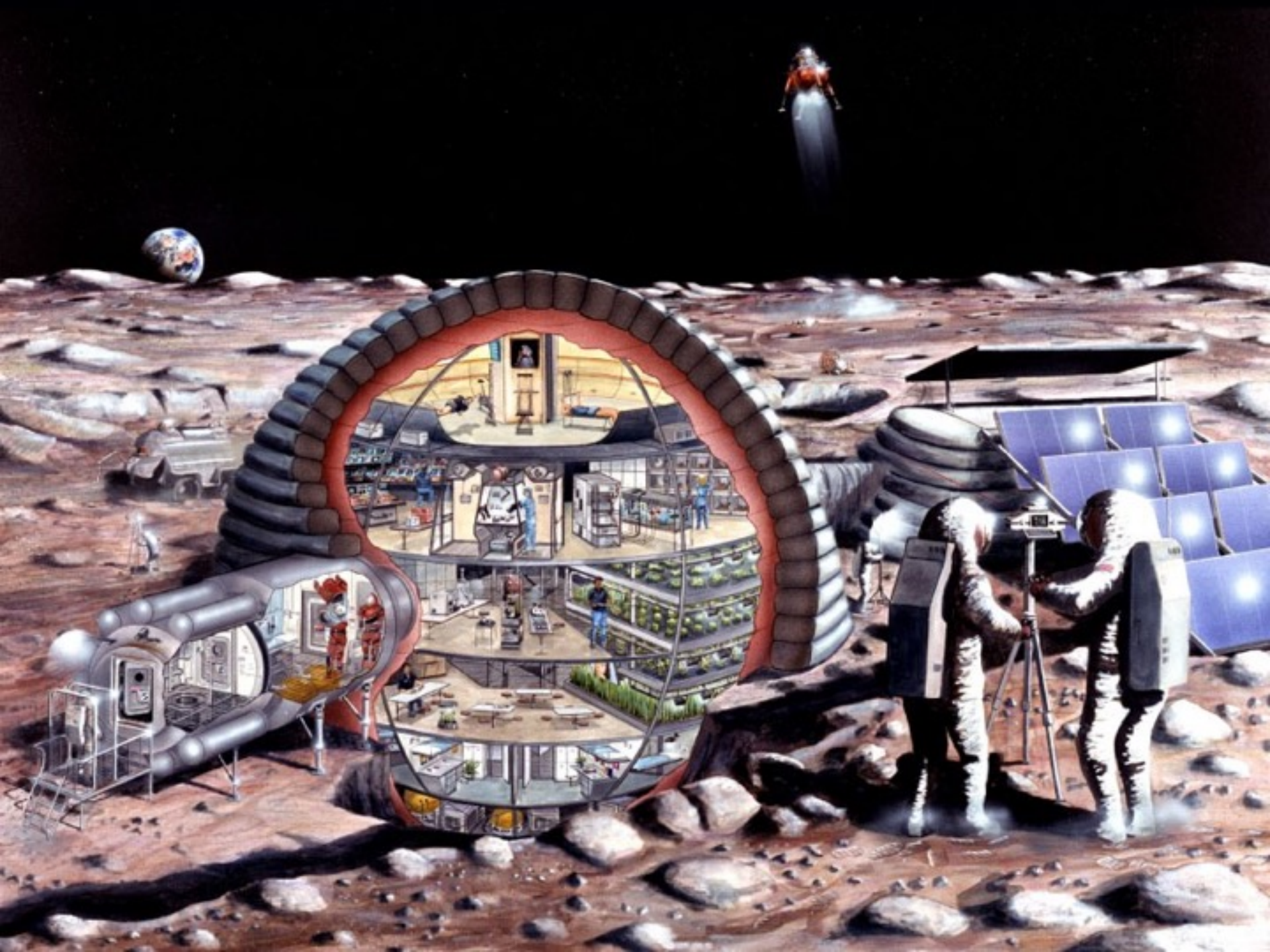


Аполлон-11 24 июля 1969 г. Президент Ричард Никсон

HORNET + 3


17
2
15
21
17
13
24
9
6
5
1
3
20
11
16
12
14
16
7
Luna
Apollo
Surveyor





Спутник Луны SELENE

Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA

запущен 14 сентября 2007

Основной аппарат “Kaguya”
(древний миф, лунная принцесса)
масса ок. 3 тонн, размер 2 x 2 x 5 м
мощность 3 кВт, время жизни 1 год

Телекамера (разрешение 10 м), радар,
мультиспектр. камера (разр. 20 - 60 м)
лазерный альтиметр и много другое

Орбита круговая полярная высотой 100 км

Орбитальный период 2 часа

Okina (relay satellite) - для связи с Kaguya за Луной
Ouna (VLBI satellite) - для изучения грав.поля Луны,
особенно у лимба, где доплеровский метод плох.
Размер 1 x 1 x 0,65 м, масса 53 кг, мощность 70 Вт

Kaguya 2008

Kaguya 11 апреля 2008

лунные зонды

China - Chang'e 1 - October 2007 - 2,4 тонны, орбита 200 км, 64°, TV (160 м)

India - Chandrayaan - April 2008 - 0,5 тонны, орбита <1000 км, TV (5 м)

USA - Lunar Reconnaissance Orbiter - October 2008

1 тонна, 400 Вт, полярная орбита 50 км
TV (0,5 м), радиолокатор, связь до 300 Mbps

Сопутствующий спутник будет наблюдать за падением последней ступени ракеты в полярный кратер

India - Chandrayaan II - 2010 or 2011

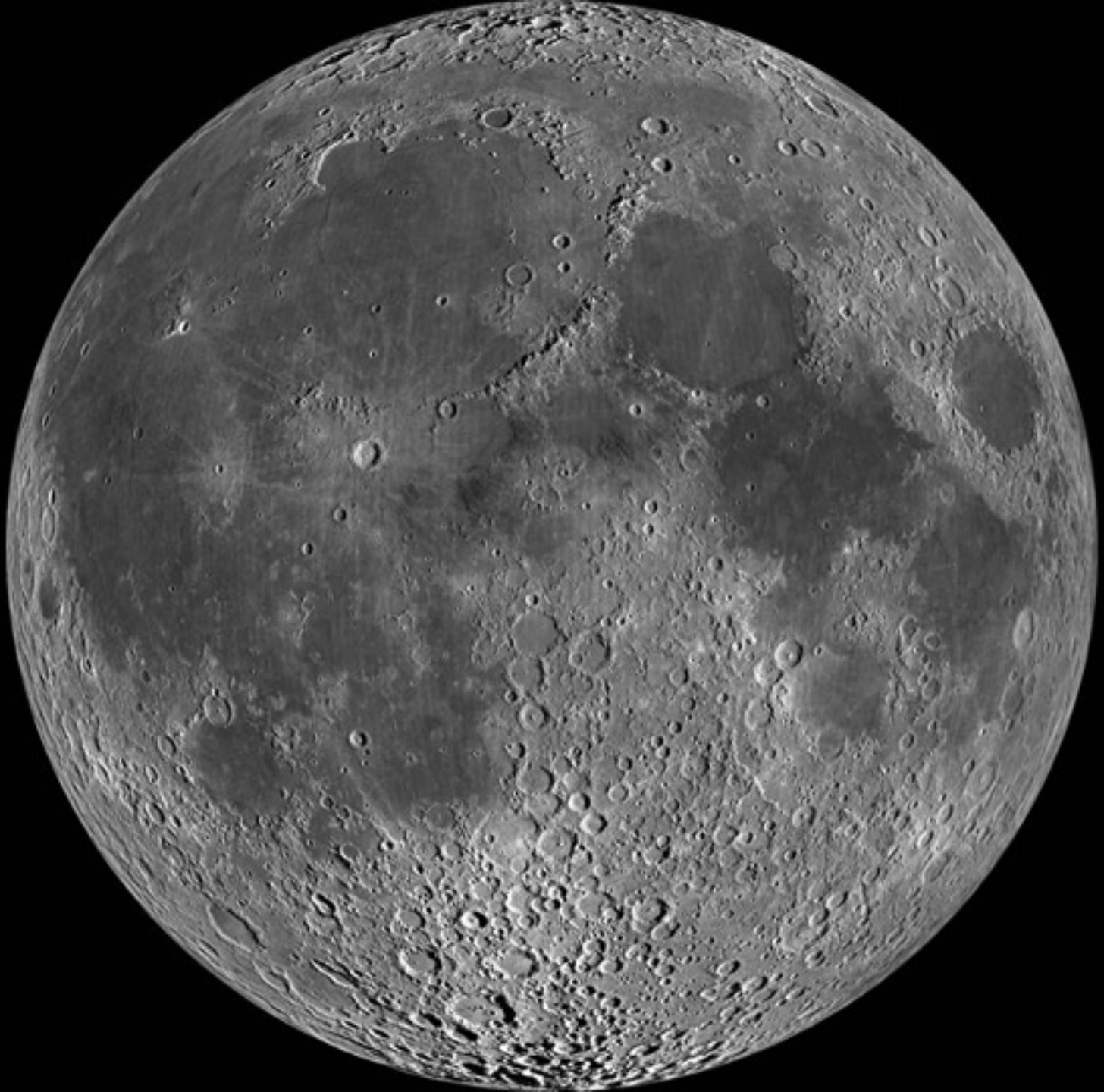
United Kingdom - Moonlight - 2010

Russia - Luna-Glob - 2012

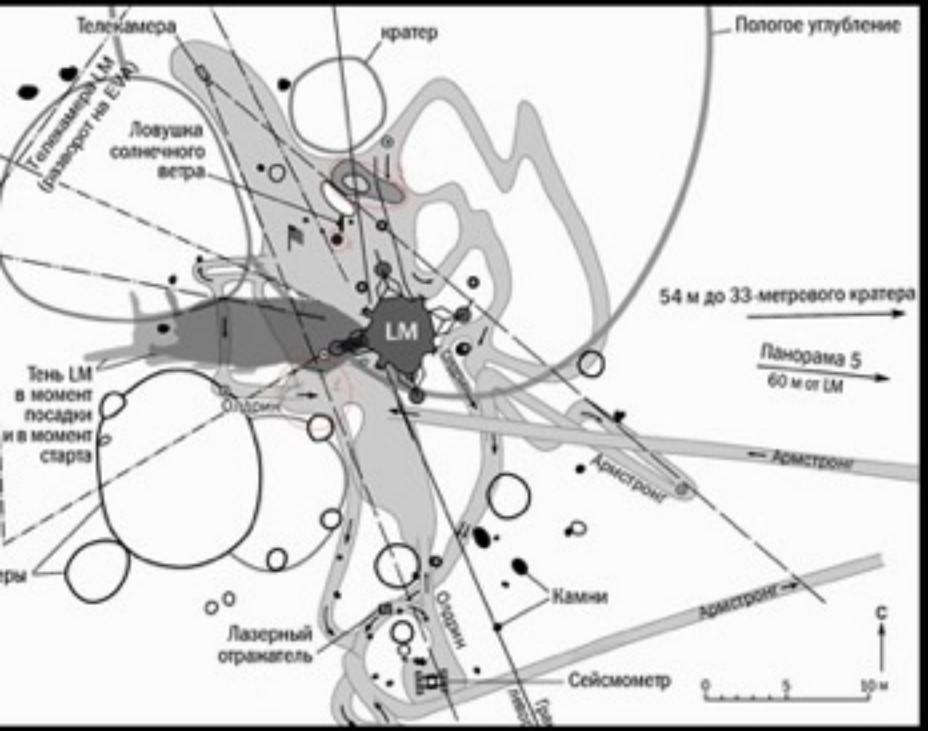
Germany - LEO - 2012

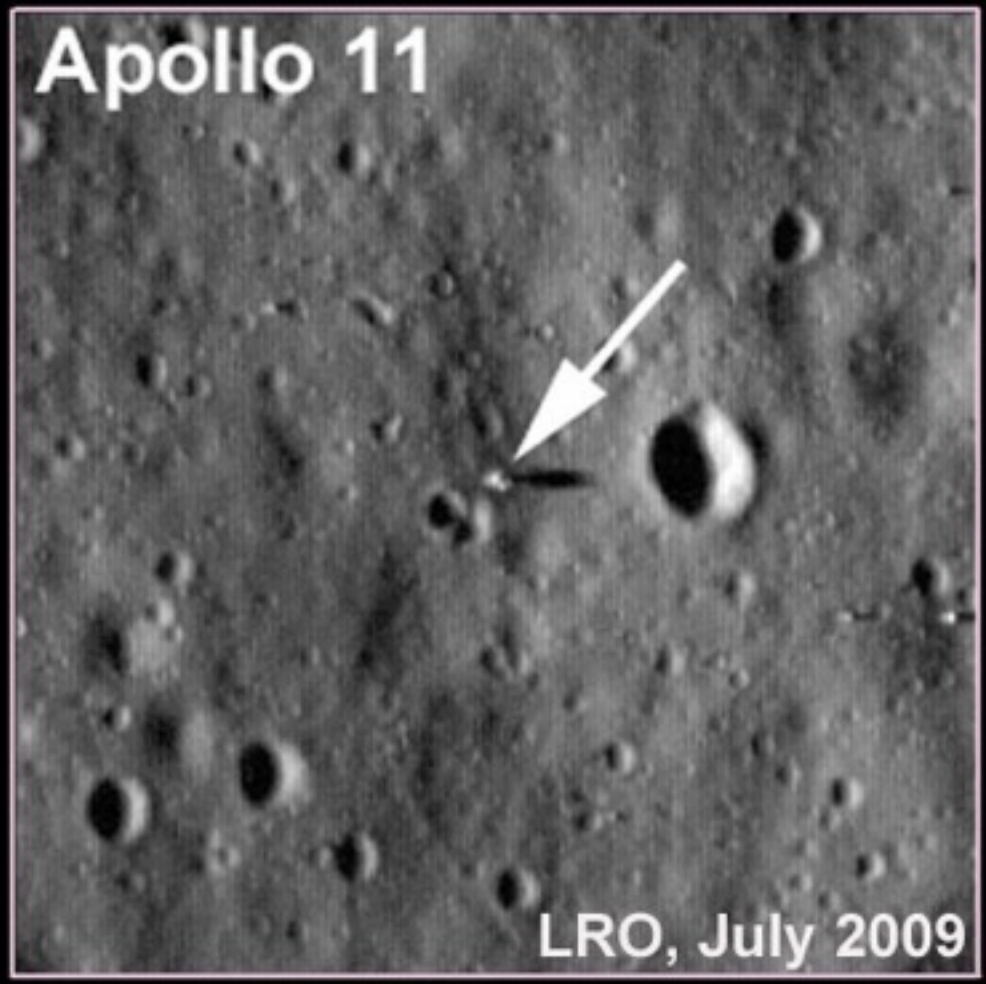
Japan - Selene-2 - 2012, 2013

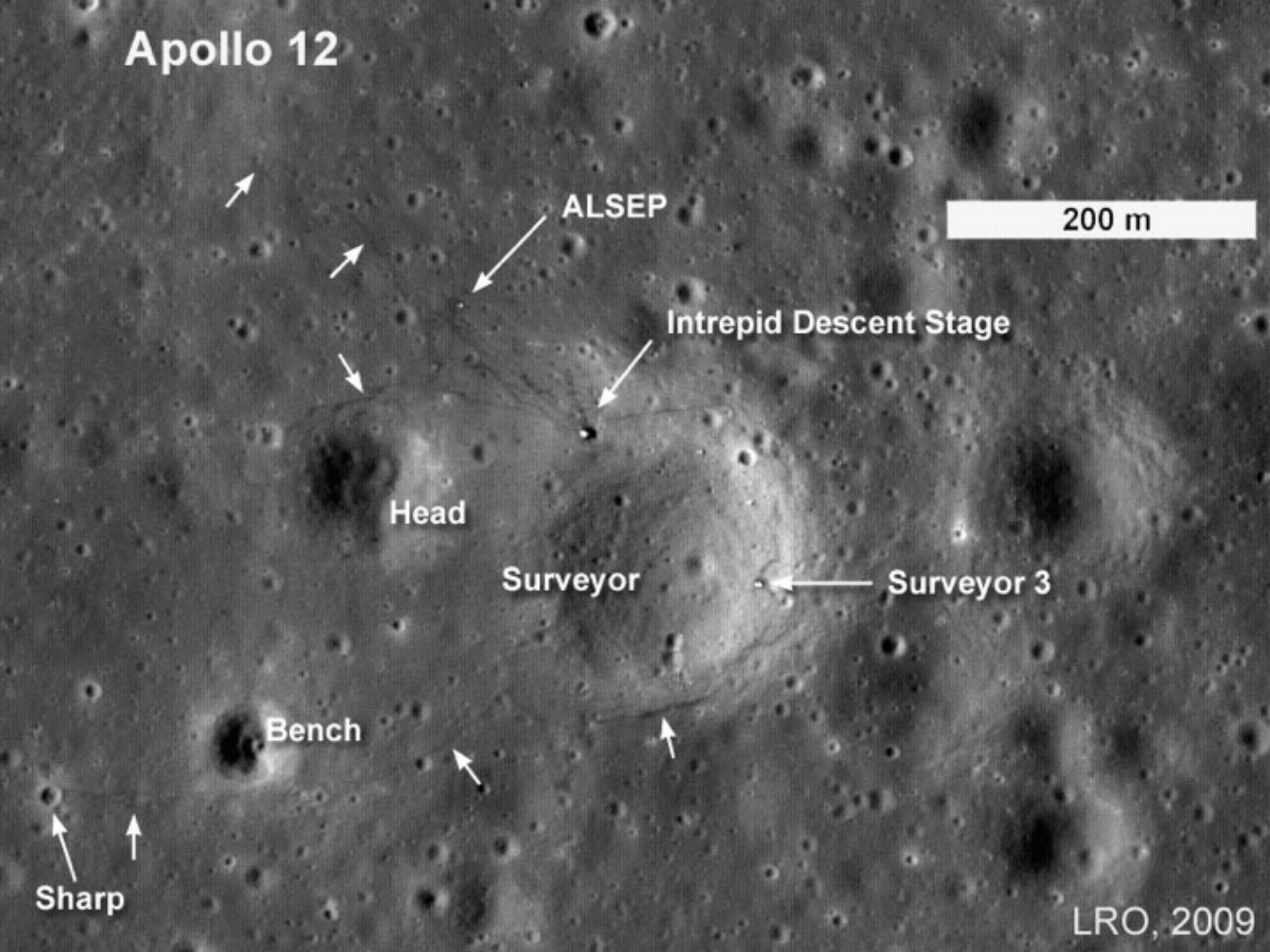
LRO

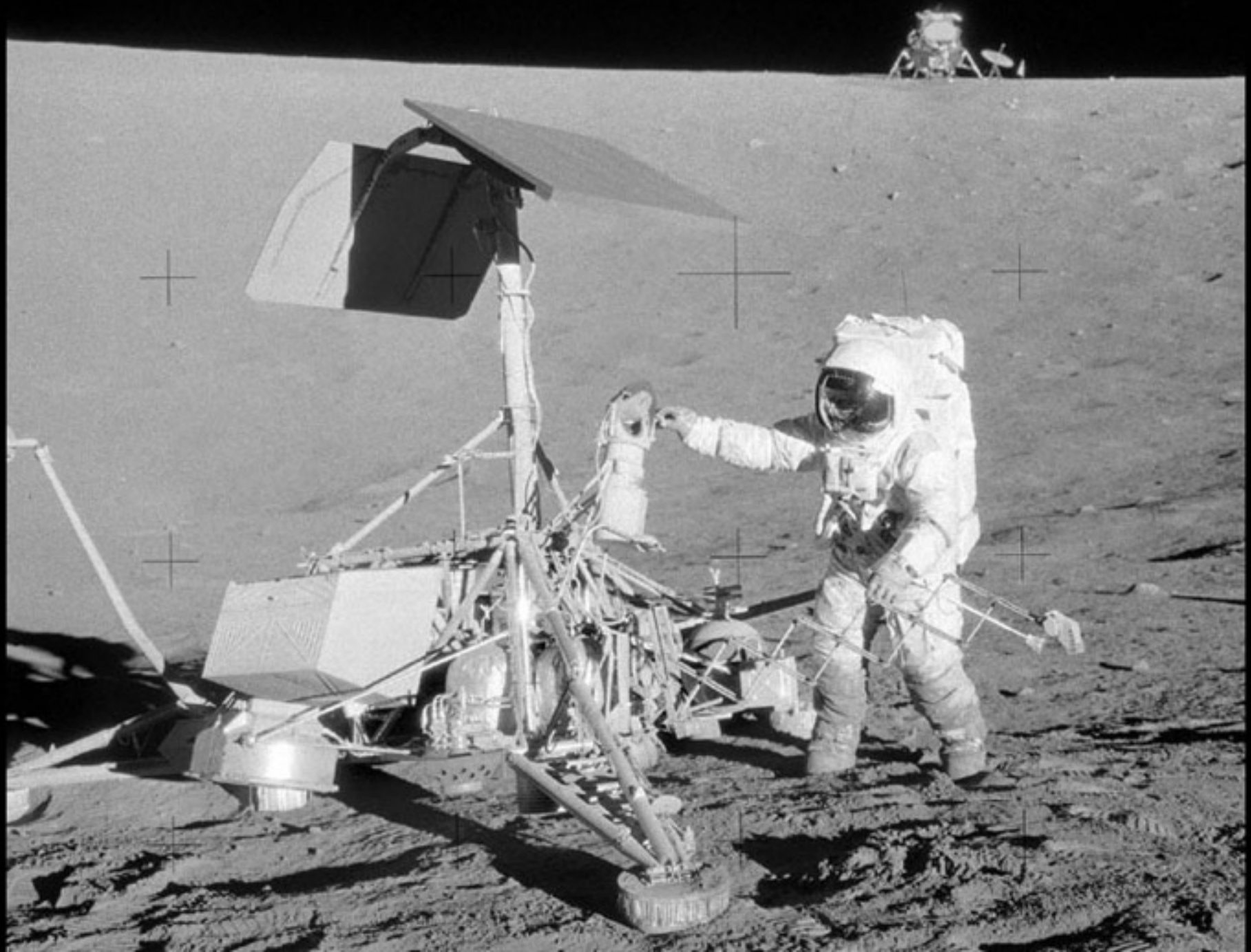


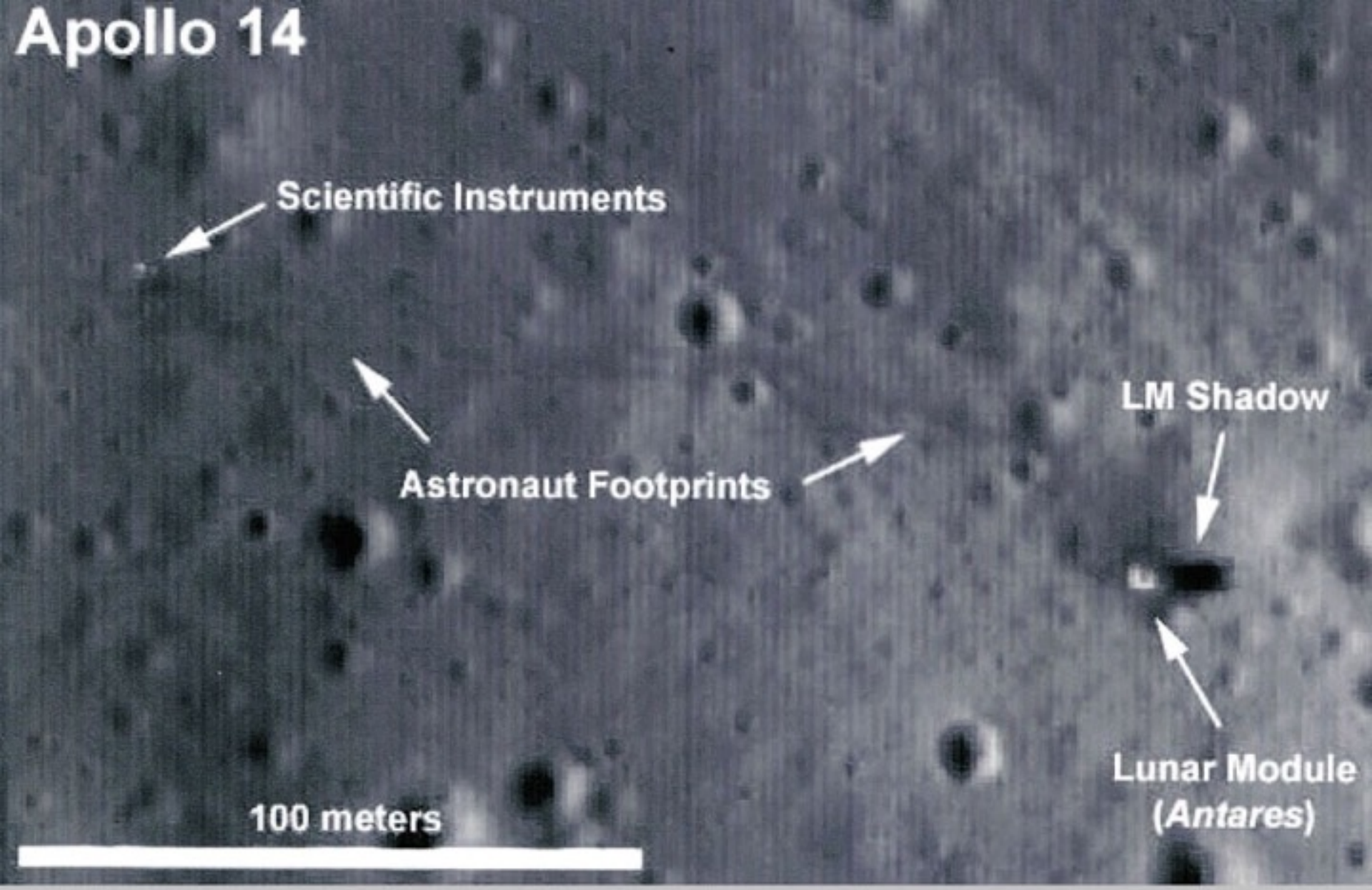
Аполлон 11, июль 1969 г.





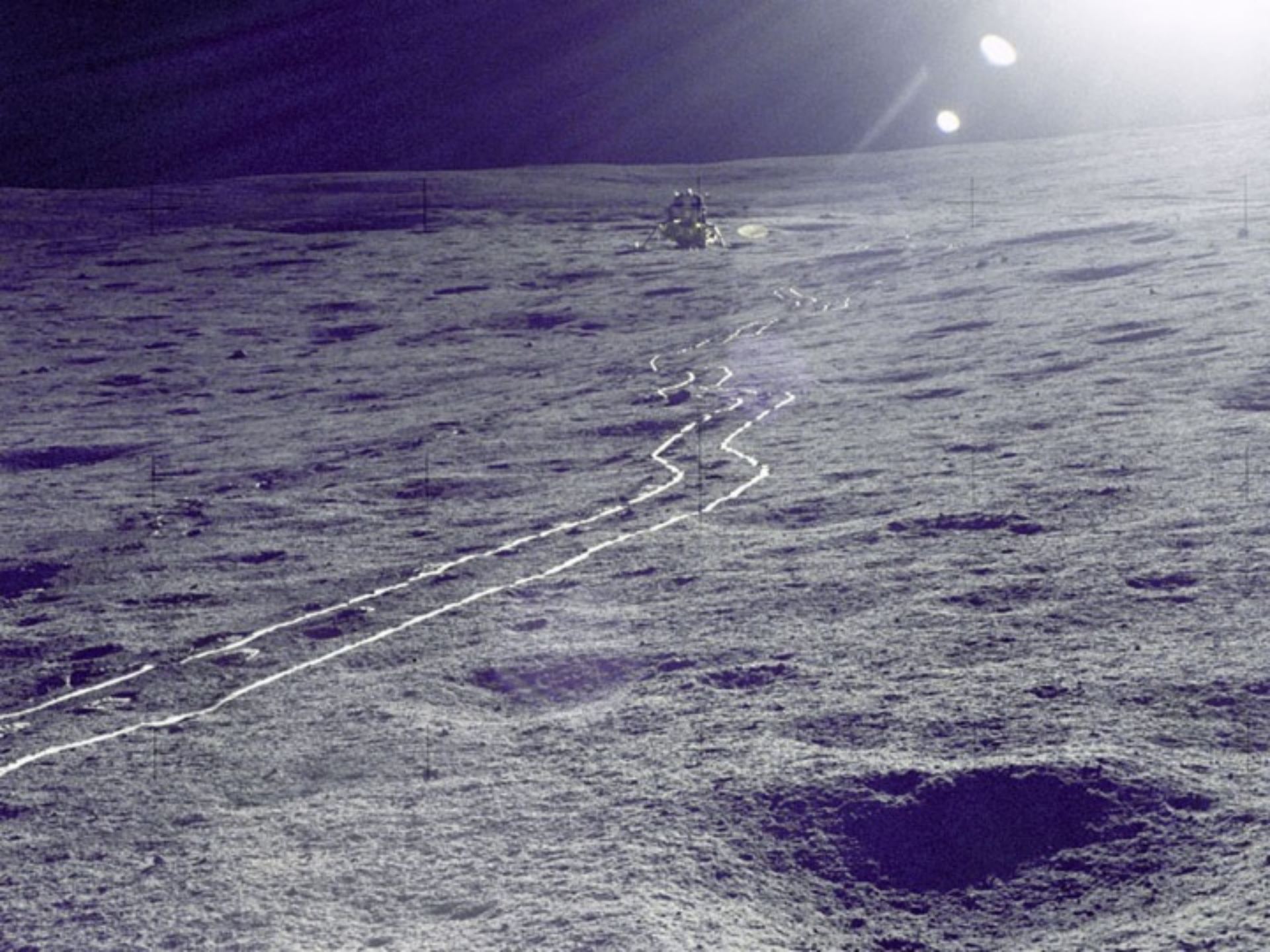

Apollo 12
ALSEP
200 m
Intrepid Descent Stage
Head
Surveyor
Surveyor 3
Bench
Sharp
LRO, 2009

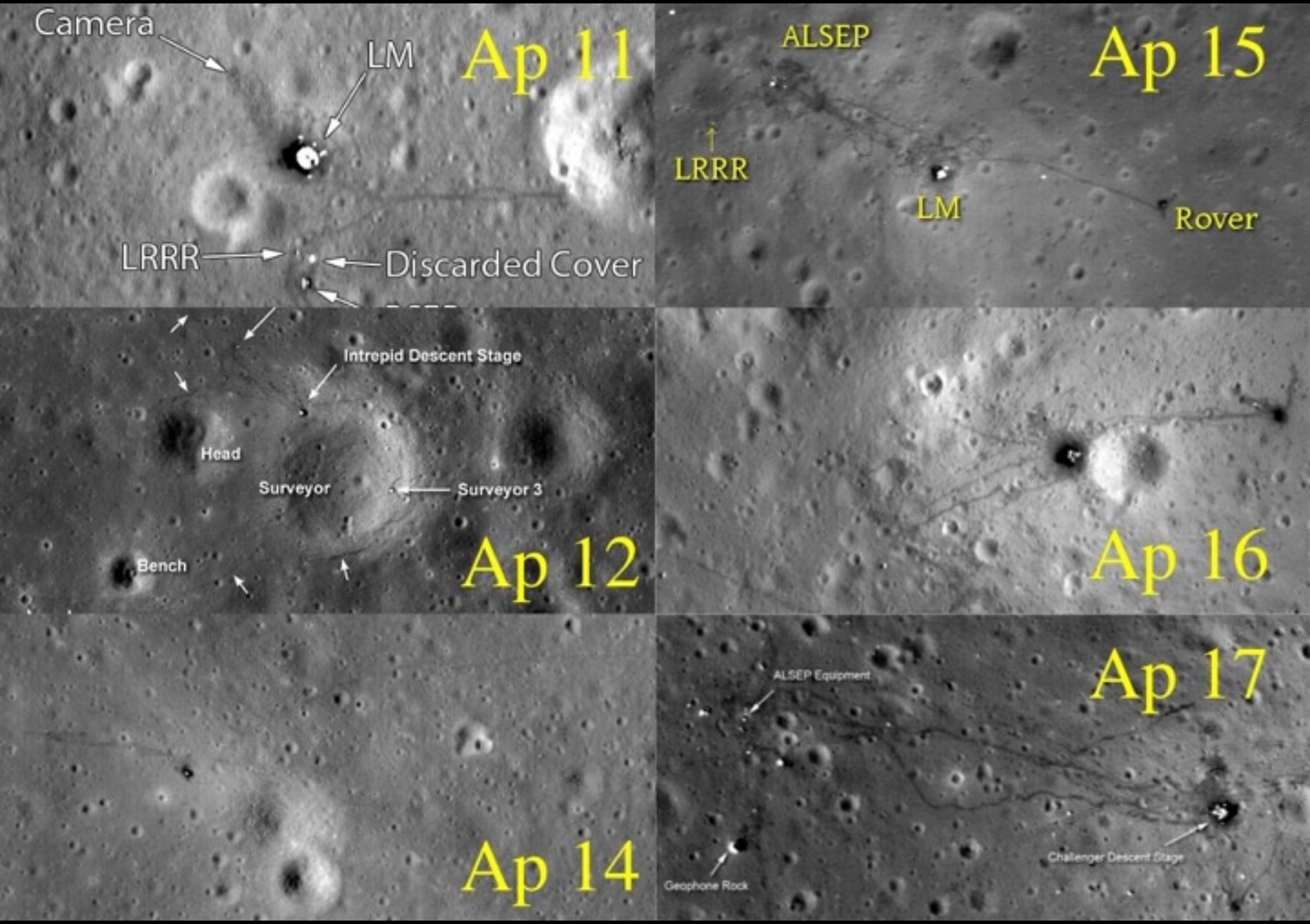


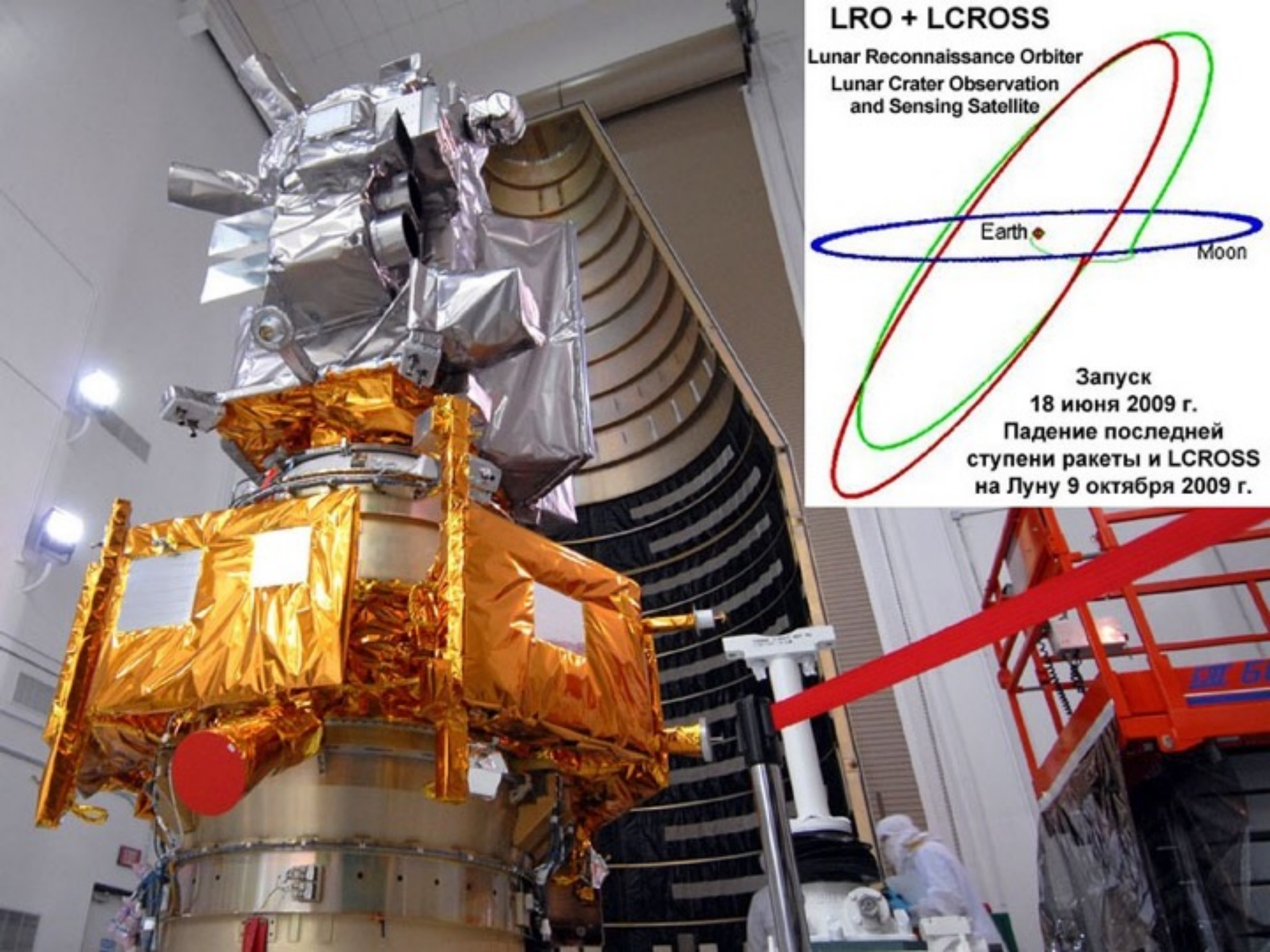


Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA)

Место посадки “Аполлона-14”, июль 2009, разрешение 1 м

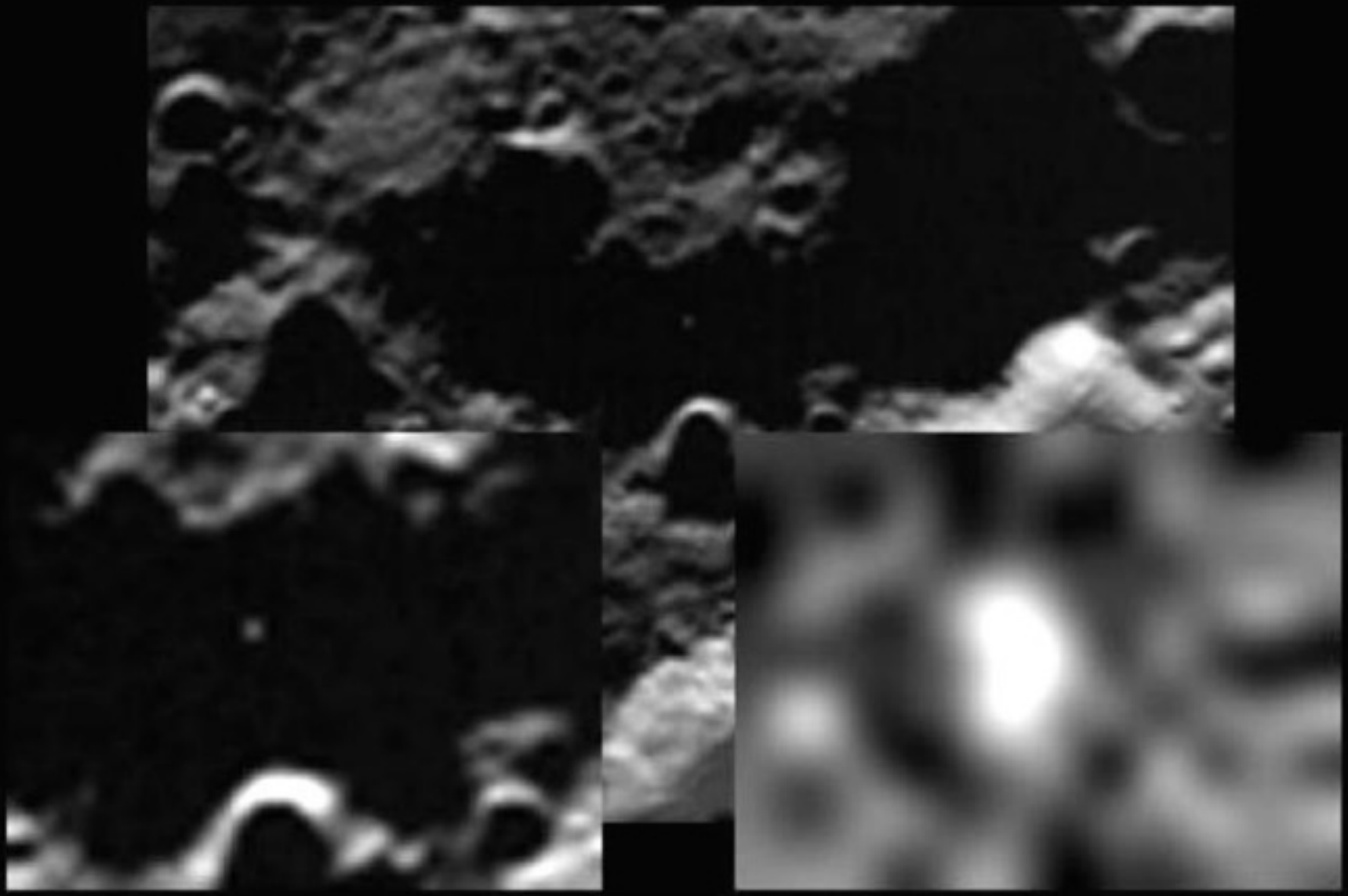


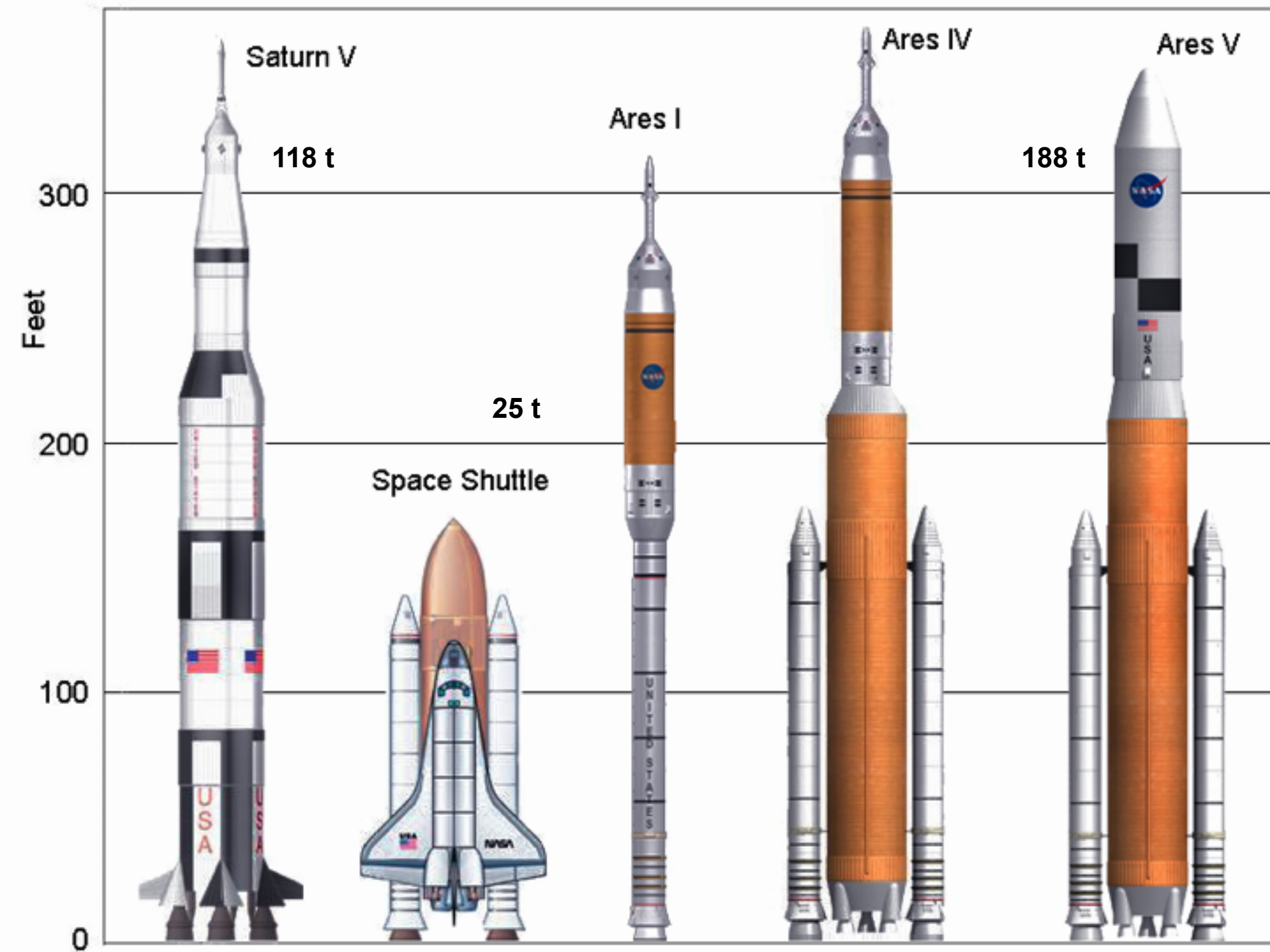

Camera
LM
Ap 11
LRRR
Discarded Cover
ALSEP
Ap 15
LRRR
LM
Rover
Intrepid Descent Stage
Head
Surveyor
Surveyor 3
Bench
Ap 12
Ap 16
Ap 14
ALSEP Equipment
Ap 17
Geophone Rock
Challenger Descent Stage


LRO + LCROSS
Lunar Reconnaissance Orbiter
Lunar Crater Observation
and Sensing Satellite
Earth
Moon
Запуск
18 июня 2009 г.
Падение последней
ступени ракеты и LCROSS
на Луну 9 октября 2009 г.

Lunar CRater Observation
and Sensing Satellite
(LCROSS, NASA)
LRO
ATLAS
Impact at the lunar South Pole
Oct 9, 2009 at 11:30 UTC

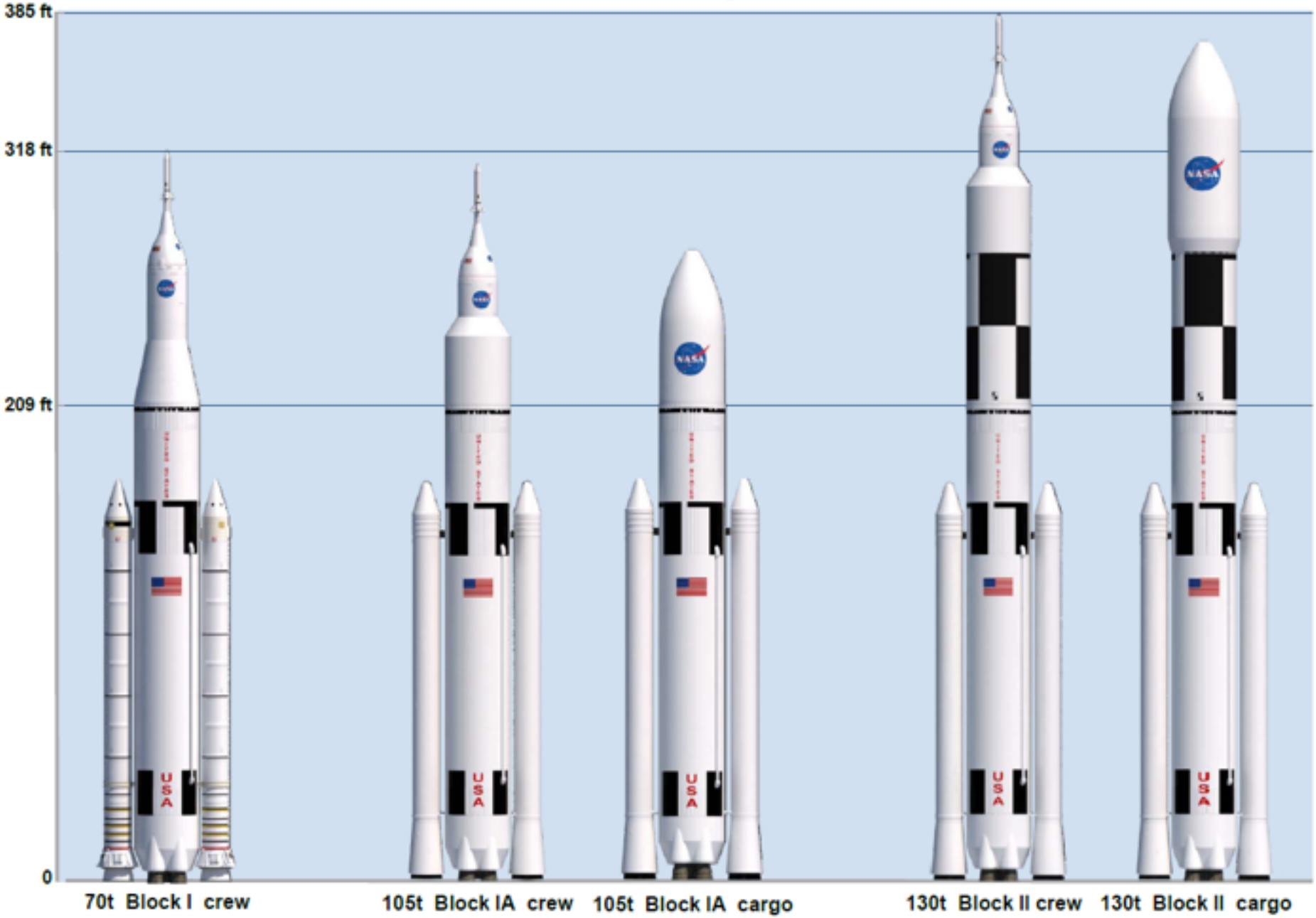
MIR Flash Detection

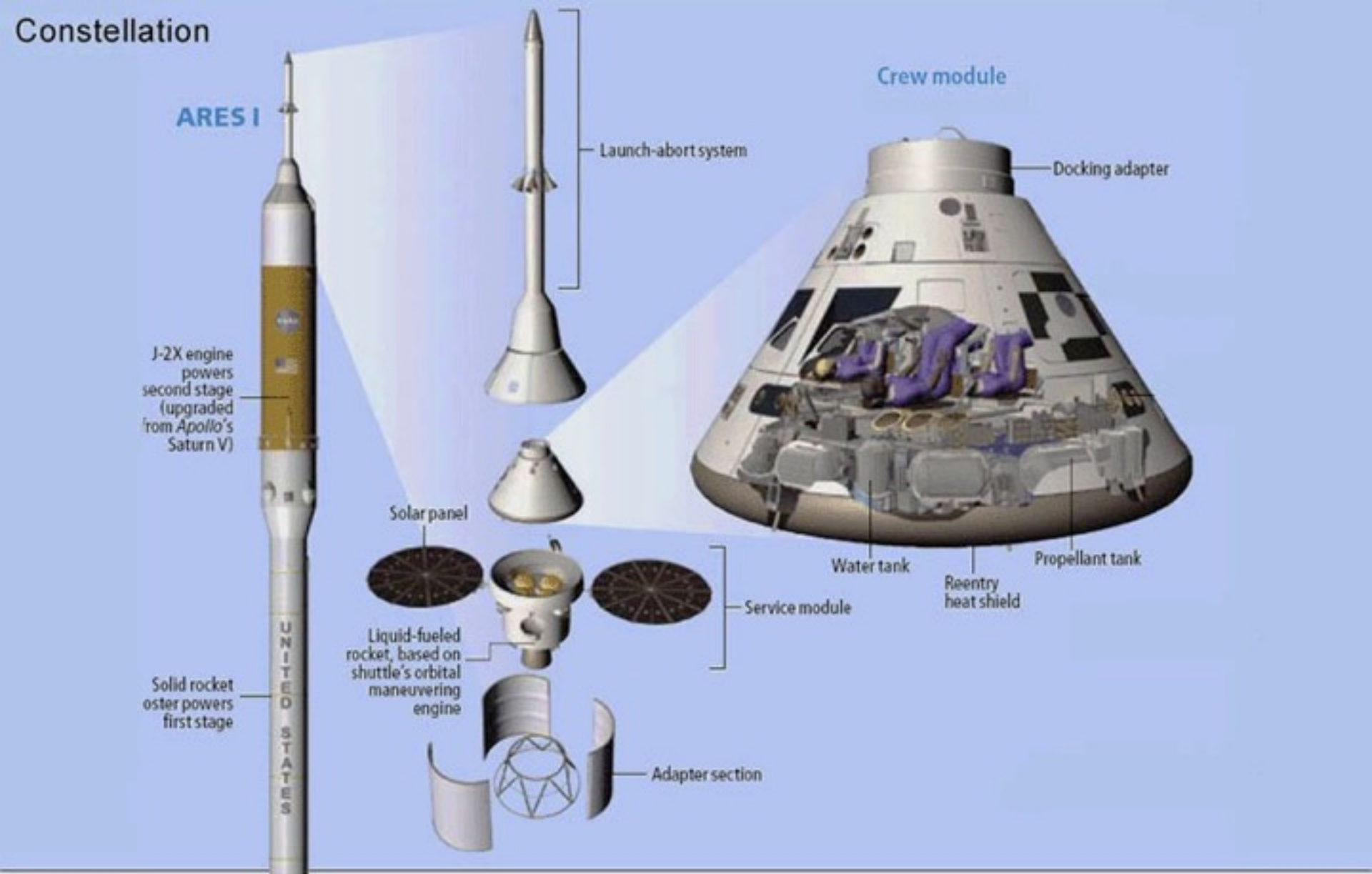



Saturn V
118 t
Space Shuttle
25 t
Ares I
Ares IV
Ares V
188 t
300
200
100
0
Feet
USA
UNITED STATES
NASA

Ares I-X
October 28, 2009
первый полет

SLS Vehicle Configurations





Носитель пилотируемых кораблей “Арес I”
транспортной системы “Созвездие”

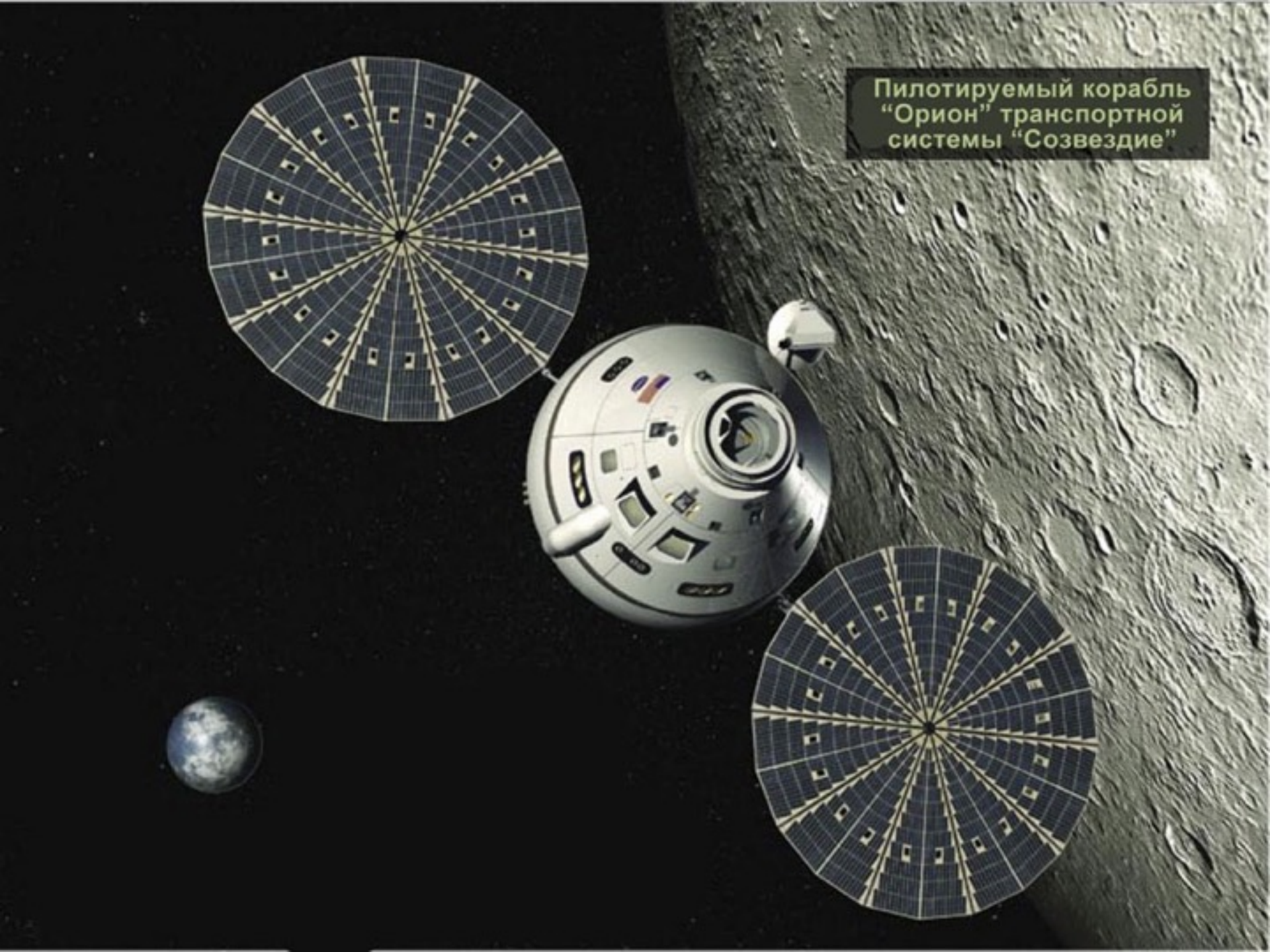
Транспортная система «Constellation»
в варианте экспедиции на Луну

Экипаж - 4 астронавта,
все спускаются на поверхность

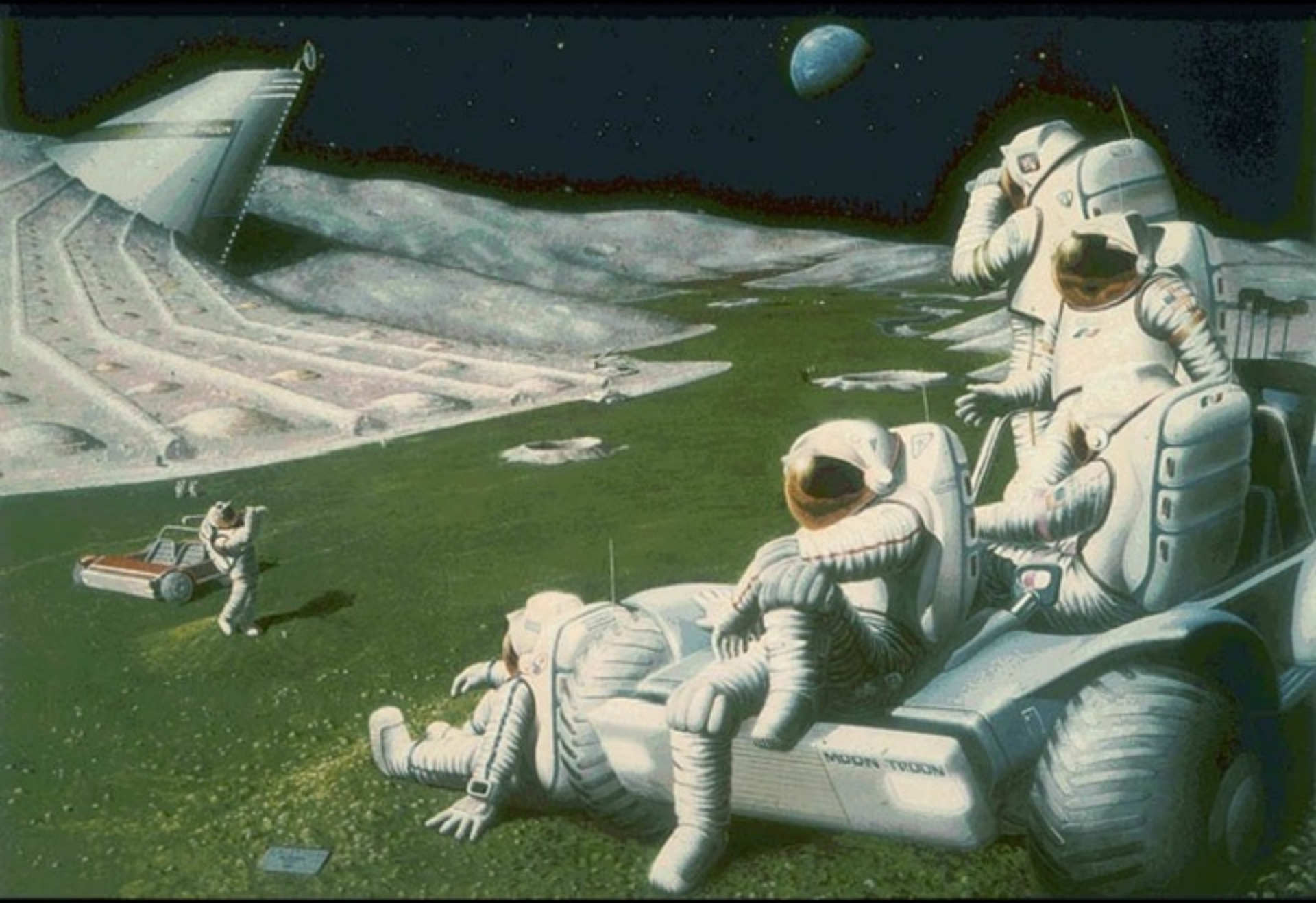
После взлета двух носителей
корабль с экипажем стыкуется
с разгонным блоком и лунным
посадочным модулем

Корабль без экипажа может
оставаться на орбите полгода

Посадка на
твердую
поверхность
с помощью
воздушных
мешков


Пилотируемый корабль
“Орион” транспортной
системы “Созвездие”

ЛУННЫЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ
3He
3He
O2, H2, H2O, N2, CO2
Al, Ti, Fe, regolith
He
H2O
H2
N2
O2
CO2
Fe
Al
Ti
3He
ILMENITE Inc.


MOON TRIDON