

# ПЕРВЫЕ СОВЕТСКИЕ НАУЧНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ЛУНЕ К 50-летию посадки на Луну «Лунохода-1»

ВЕДЕШИН Леонид Александрович,

*доктор технических наук*

*Институт космических исследований РАН*

ГЕРАСЮТИН Сергей Александрович,

*Мемориальный музей космонавтики*

DOI: 10.7868/50044394820050084

**10** ноября 1970 г. впервые в мире на Луну был отправлен советский управляемый самоходный аппарат «Луноход-1». Космическая станция «Луна-17» благополучно доставила аппарат на поверхность Луны, где он был высажен в районе Моря Дождей.

Мобильная лаборатория «Луноход-1» на протяжении 335 сут (или 11 лунных дней) успешно работала на Луне, прошла 10,6 км, преодолевая холмы и долины, пересекла множество кратеров, перенесла испытания холодом лунной ночи при температуре  $-150^{\circ}\text{C}$  и жарой лунного полдня при  $+100^{\circ}\text{C}$ , передавая ценные научные результаты на Землю.

Запуск в СССР 4 октября 1957 г. первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) положил начало полетам автоматических межпланетных станций к Луне, Венере, Марсу и предоставил возможность ученым и специалистам научных учреждений АН СССР начать всесторонние исследования этих небесных тел. Выдающаяся роль в организации этих исследований в 1958–1976 гг. принадлежит академикам С.П. Королёву, М.В. Келдышу, А.П. Виноградову, Г.И. Петрову, Р.З. Сагдееву, членам-

корреспондентам АН СССР Г.Н. Бабакину, К.Д. Бушуеву, С.С. Крюкову, В.М. Ковтуненко и др. (ЗиВ, 2007, № 1; 2011, № 1; 2012, № 5; 2018, № 6; 2001, № 6).

После запуска первого спутника Главный конструктор С.П. Королёв



Академики М.В. Келдыш и С.П. Королёв. 1963 г.  
Фото А. Устинова. РГАНТД. Ф. 211. Оп. 7. Д. 611



Академик А.П. Виноградов. 1960-е гг.

и его заместитель М.К. Тихонравов в январе 1958 г. обратились в Правительство СССР с предложением о проведении работ по посадке космической станции на Луну и получению фотографий ее обратной стороны. Эту инициативу первым поддержал академик М.В. Келдыш. 20 марта 1958 г. проект лунной программы был одобрен Правительством. 10 декабря 1959 г. вышло Постановление ЦК КПСС и Совета министров «О развитии исследований по космическому пространству», которое имело большое значение для проведения научных экспериментов по изучению Луны и планет Солнечной системы. В Постановлении среди основных направлений по изучению космического пространства были выделены как первостепенные – работы по созданию автоматической научной станции на Луне (или в ее районе) для исследований физических свойств земного спутника и возможного наличия на нем жизни, передачи данных на Землю, а также разработки ракет-носителей

для запуска автоматических межпланетных станций (АМС). При АН СССР был организован «Научно-технический совет по космическим исследованиям», который возглавил академик М.В. Келдыш, его заместителями стали С.П. Королёв и К.Д. Бушуев. В Совет вошли видные ученые и главные конструкторы ракетно-космических систем. В составе Совета были созданы секции по различным научным направлениям. На секции по изучению Луны и планет, руководимой академиком А.П. Виноградовым, обсуждались научные программы исследований и полученные данные полетов. Это дало Александру Павловичу возможность проверить многие теоретические и гипотетические экспериментальные основы, вопросы природы эволюции Луны (ЗиВ, 1976, № 3). В результате совместно со специалистами ОКБ-1 и ОКБ-301 (ныне НПО им. С.А. Лавочкина; ЗиВ, 1997, № 4) была разработана долгосрочная программа космических исследований Луны и планет, которая актуальна и в наши дни. Работы, связанные с разработкой и реализацией программы освоения Луны, Венеры и Марса в 1960-е – 1990-е гг. – были строго засекречены. Особенно это касалось создания ракет-носителей, межпланетных станций, сроков их запуска и полученных результатов. Лишь спустя много лет был открыт доступ к данным историческим материалам, в т. ч. к документам по лунной программе.

Большой интерес к участию в лунной программе проявили руководители ряда Институтов и лабораторий АН СССР: академики А.П. Виноградов, С.Н. Вернов, А.А. Благонравов, А.И. Берг, А.Л. Минц, член-корреспондент АН СССР Г.А. Гамбургцев, профессора Д.Я. Мартынов, В.И. Красовский и другие видные ученые. Научные сотрудники этих организаций: К.П. Флоренский, К.И. Грингауз (ИКИ АН СССР),



а



б



в

*Научные сотрудники – участники лунной программы: а – профессор К.П. Флоренский. 1971 г.; б – профессор Ю.Н. Липский. 1960-е гг.; в – член-корреспондент РАН Э.Л. Аким. 1970-е гг.*

А.Т. Базилевский, Г.А. Бурба, Т.Н. Назарова (ГЕОХИ АН СССР), А.Е. Чудаков (НИИЯФ МГУ), П.В. Вакулов (ФИАН), П.П. Флёров (Лаборатория измерительных приборов АН СССР), Б.А. Миртов (Институт прикладной геофизики АН СССР), Ю.Н. Липский, В.Г. Курт, В.В. Шевченко (ГАИШ МГУ), Э.Л. Аким, Т.М. Энеев (Институт прикладной математики АН СССР) – приняли активное участие в исследованиях по этой программе. Они неоднократно встречались с С.П. Королёвым и его помощниками К.П. Бушуевым, М.К. Тихонравовым, С.С. Крюковым, Г.Ю. Максимовым и др., которые разрабатывали первые лунные станции. Во время этих совещаний обсуждались программы космических экспериментов и требования к научной аппаратуре. Большую роль в становлении научных исследований сыграл С.П. Королёв. По воспоминаниям участников встреч, известных ученых К.И. Грингауза, Т.Н. Назаровой, А.Е. Чудакова, Б.А. Миртова, Э.Л. Акима и др., с которыми мне пришлось работать в разные годы по программе «Интеркосмос», в 1966–1991 гг. Сергей Павлович всегда с большой охо-

той шел навстречу пожеланиям экспериментаторов, обсуждал и анализировал вместе с учеными полученные результаты и неудачи на первых лунных станциях по программам Е-1, Е-2 и Е-6 (ЗиВ, 1999, № 6; 2006, № 2; 2009, № 4; 2019, № 6). Некоторые научные приборы, созданные для экспериментов в 1949–1958 гг. на геофизических ракетах и первых ИСЗ были быстро доработаны и успешно использовались в лунных экспедициях.

После завершения программы создания лунных посадочных и орбитальных станций второго поколения КБ НПО им. С.А. Лавочкина под руководством главного конструктора Г.Н. Бабакина начало разработку новых многофункциональных конструкций тяжелых АМС третьего поколения массой 5500–5800 кг (1969–1976), рассчитанных на выполнение мягкой посадки на Луну, доставки луноходов, автоматической системы взятия проб грунта и возвращаемого аппарата для доставки образцов на Землю (ЗиВ, 2004, № 6). Предприятием было изготовлено 16 модификаций лунных станций (6 потерпели аварии или остались на орбите ИСЗ),

которые запускались ракетой-носителем «Протон-К» с разгонным блоком «Д». Начиная с полета «Луны-15» в июле 1969 г. и до завершения лунной программы в августе 1976 г. доставкой лунного грунта «Луной-24», научное обеспечение полетов лунных аппаратов велось Отделом Луны и планет ИКИ АН СССР. Отдел готовил к каждому полету соответствующую программу экспериментов и всю необходимую научно-техническую документацию, связанную с выбором места посадки станции. Это было важно при планировании экспериментов на посадочных станциях и луноходах, в том числе для выдачи селенодезических данных для управления аппаратом при сходе с окололунной орбиты и мягкой посадке. Для точного определения места посадки станции ученые Отдела Луны и планет ИКИ РАН совместно со специалистами ИПМ АН СССР и КБ НПО им. С.А. Лавочкина разработали методику определения координат АМС после посадки. Она впервые была при-



Главный конструктор  
НПО им. С.А. Лавочкина  
Г.Н. Бабакин

менена при определении места посадки «Лунохода-2» и использовалась в последующих полетах лунных станций, в результате точность места посадки достигала нескольких метров. Учеными этого отдела также готовилась картографическая документация.

До передачи документации на создание нового поколения лунных станций в НПО им. С.А. Лавочкина в 1966 г. специалисты ОКБ-1 уже разрабатывали с 1965 г. проект Е-8 по соз-

данию лунохода – дополнение к пилотируемым программам Л-1 и Л-3 (ЗиВ, 1993, № 4). В 1966 г. проект Е-8 был включен в программу поддержки работы советских космонавтов при посадке на Луну. Эта программа предусматривала провести разведку и подтвердить безопасность выбора района посадки космического аппарата, прочность грунта и его надежность при посадке и взлете, а также надежность работы радиомаяка и других систем.

Созданием шасси лунохода занимался ВНИИТрансмаш под руководством главного конструктора А.Л. Кемурджиана. Два лунохода доставлялись на Луну с помощью посадочной платформы – модуля с откидывающимися складывающимися трапами для съезда лунохода на поверхность Луны. Модуль массой 4800 кг обеспечивал перелет по трассе Земля–Луна, включая коррекцию траектории, выход на орбиту искусственного спутника Луны, формирование предпо-

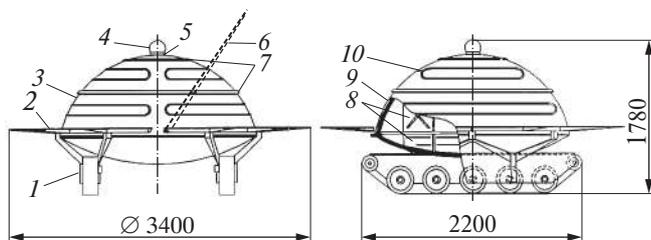


Схема устройства одного из вариантов лунохода, разработанного в ОКБ-1: 1 – шасси; 2 – панель солнечной батареи; 3 – приборный контейнер; 4 – астрокупол; 5 – датчик положения Земли; 6 – положение панели солнечной батареи при низком Солнце; 7 – щелевая антенна; 8 – приборы бортовой автоматики; 9 – тепловой экран; 10 – радиационная поверхность системы терморегулирования

а



АМС «Луна-17» («Луноход-1»  
на унифицированной посадочной  
платформе – модуле):

а – схематическое изображение,  
б – в цехе НПО им. С.А. Лавочкина. 1970 г.

б



дочной окололунной орбиты, сход с орбиты и посадку на лунную поверхность. Он состоял из корректирующе-тормозного двигателя КТДУ-417 с регулируемой тягой и блока двигателей малой тяги с номинальной тягой 280 кг, суммарная тяга двигателя могла изменяться в пределах 1929–750 кг. Основу конструкции модуля составляли четыре сферических топливных бака, соединенных между собой цилиндрическими проставками, две из которых были приборными отсеками для размещения аппаратуры системы управления перелетом и посадкой, топливо размещалось еще и в баках сбрасываемых отсеков. Модуль оснащался четырьмя посадочными амортизирующими устройствами в виде опор.

Первая попытка запуска лунохода была предпринята 19 февраля 1969 г.,

Старт ракеты-носителя  
«Протон-К» с разгонным  
блоком «Д». Фото С. Казак.  
Фотохроника ТАСС



но на 53-й секунде полета произошла авария РН «Протон-К». 10 ноября 1970 г. состоялся успешный запуск АМС «Луна-17» массой 5700 кг, которая 17 ноября осуществила мягкую посадку в Море Дождей в районе с координатами: 38°14'16" с. ш. и 35°00'06" з. д. (ЗиВ, 1971, № 3; 1972, № 2). Впервые в мире на поверхность Луны был высажен автоматический самоходный аппарат массой 756 кг, длиной (с открытой крышкой с солнечной батареей) 4.42 м, шириной 2.15 м, высотой 1.92 м. Максимальная скорость движения аппарата составляла 2 км/ч.

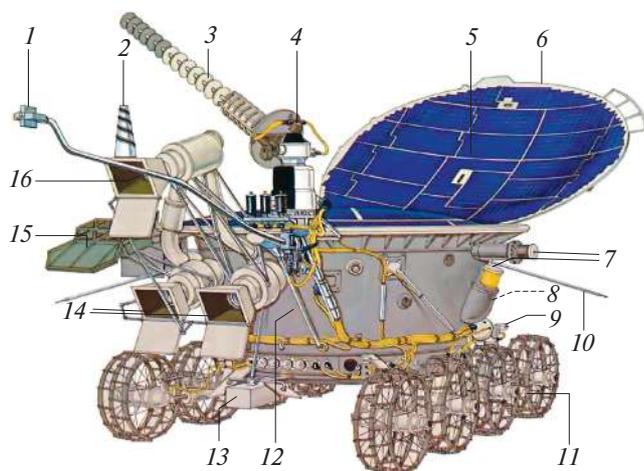


Схема устройства самоходного аппарата «Луноход-2» (у «Лунохода-1» другие телекамеры): 1 – магнитометр, 2 – малонаправленная радиоантенна, 3 – остронаправленная радиоантенна, 4 – механизм наведения антенны, 5 – солнечная батарея, 6 – откидная крышка (закрыта во время передвижения и в период лунной ночи), 7 – панорамные телефотокамеры горизонтального и вертикального обзора, 8 – изотопный источник тепловой энергии с отражателем и девятое колесо для измерения пройденного пути (в задней части аппарата), 9 – грунтозаборное устройство (в сложенном положении), 10 – штыревая радиоантенна, 11 – мотор-колесо, 12 – герметичный приборный отсек, 13 – анализатор химического состава грунта (рентгеновский спектрометр) в сложенном положении, 14 – стереоскопическая пара телевизионных камер с блендами и противопылевыми крышками, 15 – оптический уголкового отражатель (Франция), 16 – телекамера с блендой и противопылевой крышкой

«Луноход-1» состоял из двух основных частей: герметичного приборного отсека с научной аппаратурой и самоходного шасси из восьми колес с моторами в ступицах диаметром 51 см и шириной 20 см, ширина колеи – 1.6 м, каждое

было ведущим. В состав самоходного шасси входил прибор оценки проходимости, он состоял из мерного (девятого) колеса и механизмов для внедрения и поворота в грунте штампа, позволяющего получить информацию о физико-механических свойствах лунного грунта. С помощью мерного колеса определялся пройденный путь. Поддержание температуры лунной ночью обеспечивалось расположенным на

задней части приборного отсека радиоизотопным источником тепла ВЗ-Р70-4 с начальной тепловой мощностью 150–170 Вт, которая выделялась изотопом полоний-210. Солнечная батарея для снабжения аппарата электроэнергией была установлена на внутренней стороне открывающейся крышки герметичного отсека. По бокам корпуса были укреплены четыре штыревые антенны, неподвижная малонаправленная и поворачивающаяся остронаправленная антенны, поддерживающие связь с Землей и передающие информацию.

Спустя 50 лет поражают технические возможности советских ученых и специалистов, создавших робот, который соответствует современному беспилотному электромобилю. На борту «Лунохода-1» в герметичном контейнере был установлен набор научной аппаратуры: две фотокамеры для получения изображений (расположены в передней части корпуса) и две пары панорамных телефотометров для навигации (по бокам корпуса), приборы для измерения скорости движения и для определения механического состава лунного грунта, рентгеновский флуоресцентный спектрометр РИФМА для изучения химического состава грунта, детекторы космических лучей, рентгеновский телескоп

РТ-1 для солнечных и внегалактических наблюдений, советско-французский оптический лазерный уголкового отражателя, радиометр РВ-2Н для измерения окружающей радиации. Панорамные изображения и съемки участков звездного неба, Солнца и Земли, необходимых для астроориентации лунохода, производились с помощью фототелевизионной системы с панорамной разверткой, состоящей из четырех камер.

Управление луноходом велось дистанционно из Центра космической связи, находящегося под Симферополем, с помощью наземного комплекса «Сатурн-МС». С этой целью был сформирован экипаж, работающий в две смены по пять человек в каждой: командир, водитель, бортинженер, штурман и оператор остронаправленной антенны (ЗиВ, 2005, № 2). Центральное место на пульте управления занимало видеоконтрольное устройство, на которое транслировалась информация с телекамер лунохода. Задержка радиосигнала, вызванная большим расстоянием от Земли до Луны, составляла 4.1 с. Изображение на экране обновлялось один раз в 20 с, и «Луноход-1» успевал пройти 6 м, прежде чем операторы получали новое изображение. Водитель управлял движением лунохода с помощью пульта, на котором указывались параметры, характеризующие положение аппарата на лунной поверхности. Оператор постоянно следил за ориен-

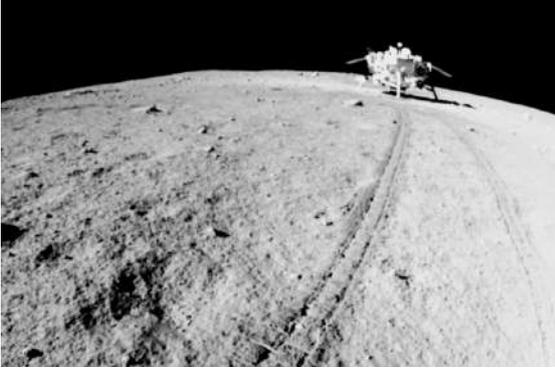


Макет самоходного аппарата «Луноход-1» в экспозиции Мемориального музея космонавтики

тацией остронаправленной антенны на Землю и в случае необходимости изменял ее положение. Штурман проводил навигационные расчеты по телеметрическим данным курсового гироскопа и датчика пройденного пути, выработывал рекомендации по направлению и характеру движения лунохода. Бортинженер возглавлял группу специалистов оперативного анализа телеметрической информации всех систем лунохода, регулярно докладывая об этом по громкой связи. Командир осуществлял общее руководство работой, контролировал действия водителя и принимал

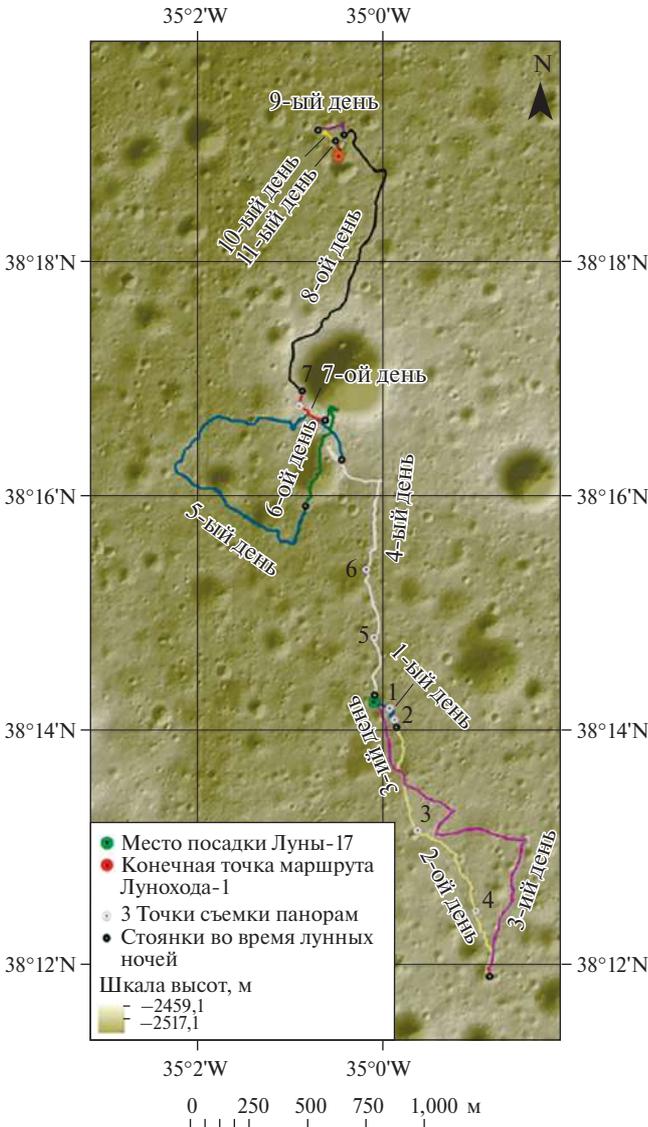
«Утро "Лунохода-1"». Картина А.А. Леонова, А.К. Соколова. 1970 г.





Следы колес «Лунохода-1» после первых метров движения по лунной поверхности. На втором плане – посадочная платформа «Луна-17».

19 ноября 1970 г. Роскосмос, Лаборатория сравнительной планетологии ГЕОХИ РАН



в ответственные моменты необходимые решения.

На борту «Лунохода-1» была установлена система, обеспечивающая безопасность движения и позволяющая предотвратить его опрокидывание. При превышении допустимого предела нагрузки ведущих колес автомата выдавала команду «Стоп». В случае попадания колеса в расщелину оно отключалось. Застрявшее колесо из ведущего превращалось в ведомое, а остальные колеса, став ведущими, продолжали движение. Луноход за 7–24 с мог пройти расстояние 2.3–8.4 м на первой скорости (33 см/с), поэтому водитель докладывал командиру оценку обстановки, чтобы тот оперативно подтверждал принятое им решение о выборе дальнейшего маршрута.

Топографическая схема маршрута движения «Лунохода-1» в 1970–1971 гг. Кружками и цифрами указаны остановки. По данным АМС «Лунный орбитальный разведчик». NASA, МИИГАиК



*Члены Госкомиссии по запуску с экипажами луноходов.*

*Первый ряд: начальник НИП-10 Н. Бугаев, начальник группы баллистиков А. Романов, член Главной оперативной группы управления от НПО им. С.А. Лавочкина В. Пантелеев, начальник координационных устройств Командно-измерительного комплекса А. Большой, председатель госкомиссии генерал-лейтенант Г. Тюлин, главный конструктор Г. Бабакин. Второй ряд: В. Довгань, А. Кожевников, В. Сапранов, Н. Ерёмко, К. Давидовский, Л. Мосензов, Н. Козлитин, И. Фёдоров, А. Чвиков, В. Чубукин, Г. Латыпов, В. Самаль. Центр дальней космической связи в Симферополе, 22 ноября 1970 г.*

На протяжении 11 лунных дней «Луноход-1» успешно передвигался и преодолел холмы и долины, пересек множество кратеров, в условиях космического вакуума, радиации и перепада температур около 250°C. Каждый лунный день время ежедневных сеансов связи составляло в среднем 4–6 ч. На 10-й лунный день аппарат сфотографировали с орбиты американские астронавты «Аполлона-11». За время работы на Луне «Луноход-1» преодолел расстояние 10 628 м, обследовал более 80 тыс. км<sup>2</sup> ее поверхности и передал на Землю более 20 тыс. изображений, 206 панорам, 25 рентгеновских анализов грунта и более 500 результатов физико-механических тестов грунта, полученных с помощью пенетromетра. С помощью научного оборудования

в 537 точках по трассе движения были исследованы свойства поверхностного слоя лунного грунта. Состоялось 157 сеансов связи с Землей, было выдано 24 820 радиокоманд. После потери связи 15 сентября 1971 г. «Луноход-1» оказался на горизонтальной площадке в районе с координатами: 38°18'55" с. ш. и 35°00'29" з. д. в таком положении, при котором возможно многолетнее проведение лазерной локации его с Земли. 30 сентября в месте стоянки лунохода наступил 12 лунный день, но аппарат так на связь и не вышел. Все попытки войти с ним в контакт были прекращены 4 октября 1971 г. В ходе работы «Лунохода-1» был поставлен ряд рекордов: по продолжительности активной работы – 301 сут 06 ч 37 мин, по массе аппарата и пройденному расстоянию.

## Пройденное расстояние «Луноходом-1» по лунным дням

Лунный день	Пройденный путь, м	Лунный день	Пройденный путь, м
1-й (17.11–24.11.1970)	197	7-й (06.05–20.05.1971)	197
2-й (08.12–23.12.1970)	1522	8-й (04.06–11.06.1971)	1560
3-й (07.01–21.01.1971)	1936	9-й (03.07–17.07.1971)	219
4-й (07.02–20.02.1971)	1573	10-й (02.08–16.08.1971)	215
5-й (07.03–20.03.1971)	2004	11-й (31.08–15.09.1971)	88
6-й (06.04–20.04.1971)	1029		

Спустя 40 лет американским ученым под руководством Тома Мерфи из Университета Сан-Диего удалось получить сигналы от углового отражателя «Лунохода-1» с помощью облучателя, установленного на 3-метровом телескопе обсерватории Апаچی-Поинт (США), при этом удалось определить расстояние от Земли до Луны с точностью 1 см и его координаты – широту и долготу с погрешностью 10 м. В марте 2010 г. «Луноход-1» был найден на снимках, переданных

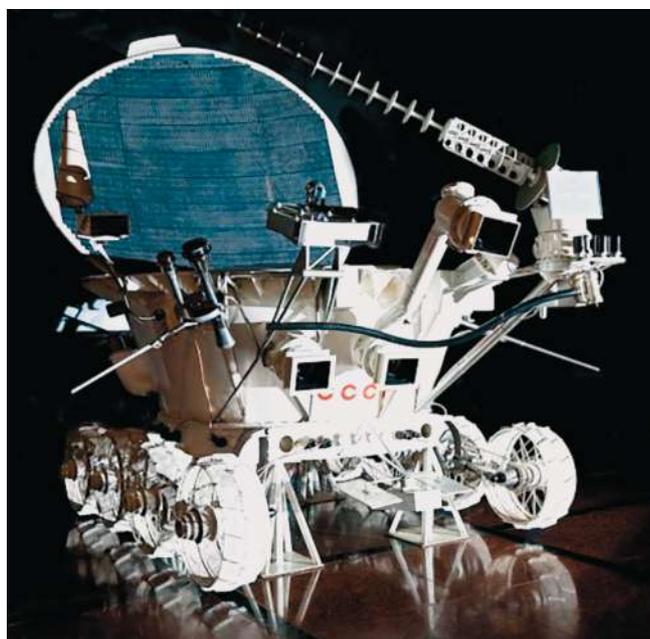
с лунной орбиты американской АМС «Лунный орбитальный разведчик» (Lunar Reconnaissance Orbiter, LRO; ЗиВ, 2009, № 6).

14 июня 2012 г. Международный астрономический союз утвердил названия для 11 кратеров по трассе движения «Лунохода-1»: Альберт, Вася, Валера, Витя, Гена, Игорь, Коля, Костя, Леонид, Николай и Слава в честь его водителей К.К. Давидовского, В.Г. Довганя, Н.М. Еременко, А.Е. Кожевникова,

Н.Я. Козлитина, Г.Г. Латыпова, Л.Я. Мосенцова, В.Г. Самалая, В.М. Сапранова, И.Л. Фёдорова и В.И. Чубукина.

Следующий усовершенствованный самоходный аппарат «Луноход-2» массой 840 кг был запущен 8 января 1973 г. на борту АМС «Луна-21», которая совершила посадку 16 января в Море Ясности около кратера Лемонье в районе с координатами: 25°51' с. ш. и 30°27'06" в. д. (ЗиВ, 1973, № 3). Выбор этого района посадки был обоснован необходимостью получения новых данных из сложной зоны сочетания моря и материка. Усовершенствование

Макет «Лунохода-2». Фото НПО им. С.А. Лавочкина





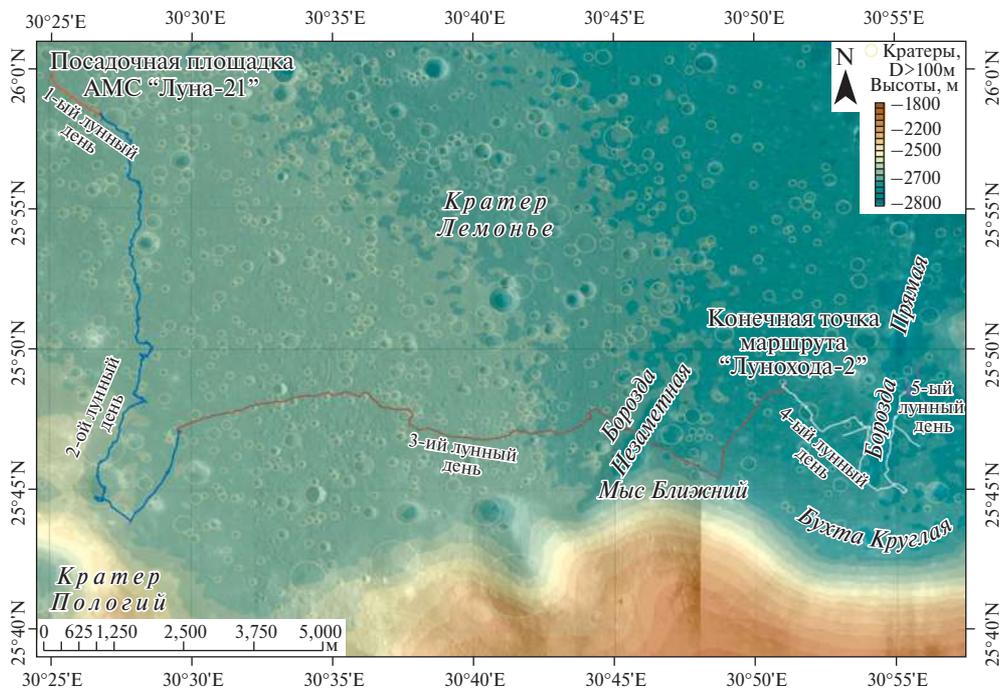
Панорама лунной поверхности № 34, переданная «Луноходом-2» в феврале 1973 г. Роскосмос, Лаборатория сравнительной планетологии ГЕОХИ РАН

конструкции и бортовых систем, а также дополнительная установка приборов и расширение возможностей аппаратуры позволили значительно повысить маневренность и выполнить большой объем научных исследований. Станция села всего в 3 м от края кратера, «Луноход-2» съехал с модуля. Несмотря на отказ навигационной системы, аппарат оказался шустрее своего предшественника – за лунный день он проходил до 16.5 км и сеансы связи с ним длились порой более 11 ч, сказывался опыт экипажей и верхняя, третья, телекамера. За четыре месяца функционирования на Луне «Луноход-2» взобрался на холм высотой 400 м и сфотографировал Тарские горы. В конце января 1973 г. на международной конференции по планетным исследованиям в Москве американские ученые передали советским специалистам 17 фотографий территории, на которой совершила посадку станция «Луна-21». Они были получены экспедицией корабля «Аполлона-17», севшего за месяц до нее всего в 172 км к югу, и использовались для навигации «Лунохода-2» при движении в восточном направлении

от места посадки. На 306-м сеансе связи впервые в мире была осуществлена передача информации по оптическому лазерному каналу в сторону Луны и обратная передача по радиоканалу. Эта система «Сейм» состояла из бортового фотоприемника ФА010 и наземных телескопов, оснащенных лазером. 9 мая «Луноход-2» въехал внутрь свежего 5-метрового кратера, при подъеме зацепил крышкой склон кратера, где грунт оказался очень рыхлым, он долго буксовал, пока задним ходом не выбрался на поверхность. При этом откинута назад крышка с солнечной батареей, по-видимому, зачерпнула немного грунта. 10 мая 1973 г. состоялся последний, 503-й сеанс связи на 115-е сутки активной работы. При закрытии крышки на ночь для сохранения тепла, грунт попал на верхнюю поверхность лунохода и стал теплоизолятором, что во время лунного дня привело к перегреву аппаратуры, нарушилась система терморегулирования и электропитания. В итоге «Луноход-2» остался в этом кратере. Все попытки спасти аппарат закончились ничем.

#### Пройденное расстояние «Луноходом-2» по лунным дням

Лунный день	Пройденный путь, м	Лунный день	Пройденный путь, м
1-й (16.01–24.01.1973)	1148	4-й (08.04–23.04.1973)	8600
2-й (07.02–22.02.1973)	9919	5-й (07.05–09.05.1973)	800
3-й (09.03–23.03.1973)	16 533		



Карта маршрута движения «Лунохода-2» в 1973 г. По данным АМС «Лунный орбитальный разведчик». NASA, МИИГАиК

В ходе работы «Лунохода-2» был поставлен рекорд по пройденному расстоянию – 37,8 км (по новым данным 39,1 км – это расстояние оставалось рекордным до 2015 г., когда его превзошел американский марсоход «Оппортьюнити»; ЗиВ, 2015, № 1, с. 41), значительно превысив рекорд «Лунохода-1». За время работы на Луне он передал на Землю более 80 тыс. изображений и 86 лунных панорам, провел сотни анализов элементного состава и механических свойств грунта, а также серию высокоточных измерений расстояния между Землей и Луной с использованием уголкового отражателя и другие эксперименты. Специалисты NASA, работающие с АМС «Лунный орбитальный разведчик», передали профессору Филу Стуки снимки лунной поверхности, на которых он разглядел следы лунохода, оставленные 40 лет назад

в Море Ясности как свидетельство его работы на Луне.

Успешная работа «Лунохода-1» (1970–1971) и «Лунохода-2» (1973) продемонстрировала, что они способны решать широкий круг задач по исследованию поверхности Луны с помощью передвижных лабораторий. Их возможности далеко не исчерпаны. Вот лишь два примера. После отработки в реальных условиях управления автоматами следующий шаг – создание дистанционных средств для использования на Земле там, где работа человека невозможна или небезопасна. Так, малогабаритное транспортное средство (мини-трактор) способно двигаться по бездорожью в экстремальных условиях в полярных областях или зонах радиационного заражения. Луноходы по своему техническому совершенству оказались уникальными и до сих пор не-

превзойденными. Многие ученые и специалисты, принимавшие участие в лунном проекте, получили Ленинскую премию СССР и удостоены правительственных наград.

За время работы двух луноходов было отснято и передано на Землю более 100 тыс. изображений и 300 панорам Луны.

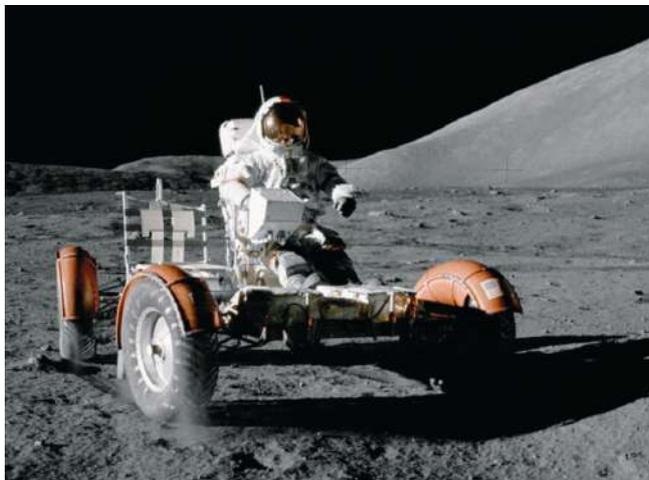
Эти материалы позволили ученым детально исследовать ландшафты и геологические свойства небесного тела, особенности рельефа, структуры и распределения кратеров, поверхностных пород. С помощью пенетрометра измерены механические свойства грунта (реголита) и его химический состав с помощью рентгеновского флуоресцентного спектрометра. Доказано, что Море Дождей и дно кратера Лемонье образованы типичными породами морских базальтов, в то время как возвышенная местность вокруг кратера Лемонье содержит более высокие концентрации железа кремния, алюминия и калия. На луноходах был установлен французский лазерный уголкового отражатель, который состоял из четырнадцати 10-сантиметровых призм из кремниевое стекла для регистрации лазерных импульсов. Предполагаемая точность измерений составляла 25 см. На «Луноходе-2» к французскому уголкового отражателю были добавлены фотоэлементы советского производства. Французскими и советскими учеными на обсерваториях Пикдю-Миди в Альпах (ЗиВ, 2020, № 3) и в Симеизе в Крыму были проведены лазерные измерения расстояния между Землей и Луной с использованием уголкового отражателей с точностью до 3 м («Луноход-1») и до 40 см («Луноход-2»). При больших временных интервалах наблюдений уточнялась



«Через кратер». Картина А.К. Соколова. 1972 г.

периодическая и вековая динамика движения Луны. Как и на предыдущих станциях, датчики космических лучей зарегистрировали интенсивность излучения на поверхности Луны. С помощью рентгеновского телескопа были проведены наблюдения Солнца и галактик. Магнитометр измерил слабое магнитное поле, меняющееся из-за токов, индуцированных межпланетными магнитными полями. Фотометрические измерения привели к несколько неожиданным результатам относительно яркости неба. В дневное время лунное небо загрязнено пылью, поднимающейся с лунной поверхности (ЗиВ, 2017, № 3), а при свете Земли в ночное время оно в 15 раз ярче, чем небо на Земле при полной Луне, поэтому нельзя будет проводить астрономические наблюдения с помощью оптических телескопов на лунной поверхности.

Огромные достижения советской космонавтики в 1950 – 1960-х гг. вызвали огромное чувство ревности в США. Президент Джон Кеннеди с целью восстановления престижа США в освоении космоса объявил национальной программой высадку американского астронавта на Луну. После того, как NASA в конце 1968 г. осуществило успешный пилотируемый полет вокруг Луны корабля «Аполлон-8», а 18 мая 1969 г. провело испытания посадочного лунного аппарата – было принято ре-



*Астронавт корабля «Аполлон-17» Юджин Сернан во время поездки на лунномobile. Декабрь 1972 г. Фото NASA*

шение о высадке астронавтов на Луну. В 1969–1972 гг. состоялось шесть пилотируемых лунных экспедиций на кораблях «Аполлон» (ЗиВ, 1973, № 5; 1989, № 5; 2009, № 5).

Необходимо отметить, что даже при жесткой конкуренции между СССР и США в исследованиях Луны американские и советские ученые обменивались образцами лунных пород и материалами исследований, участвовали в конференциях и симпозиумах, проводимых в США и СССР в соответствии с Межправительственным соглашением между странами от 1972 г. Это сотрудничество было продолжено в осуществлении совместной программы «Союз-Аполлон» и в рамках программы «Интеркосмос».

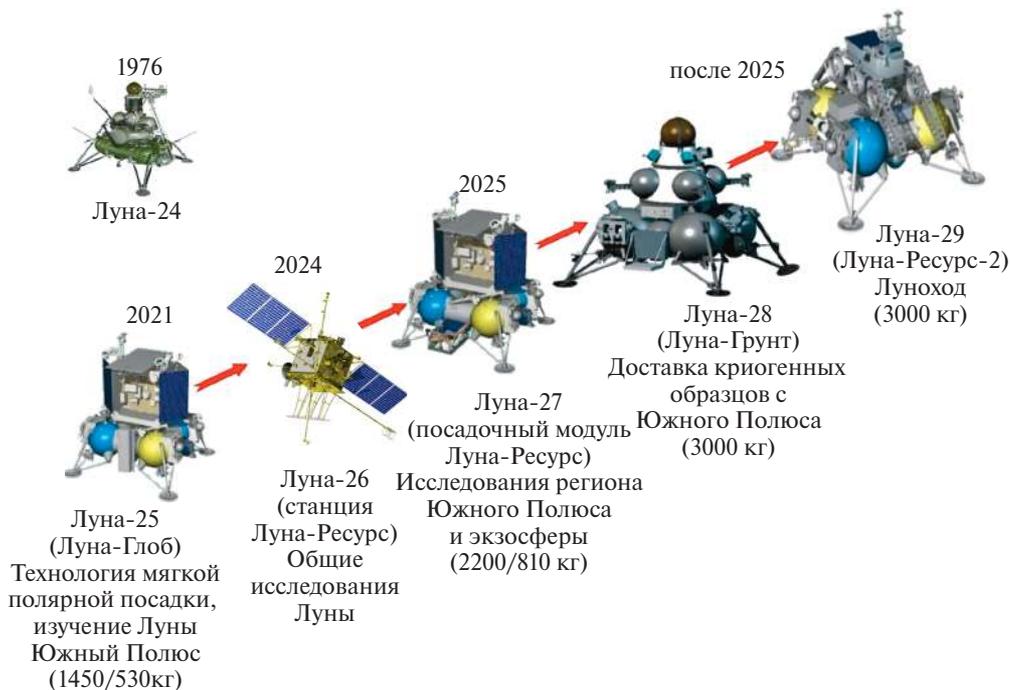
Несмотря на крупные научные и практические достижения в освоении Луны, а также огромные затраты на реализацию национальной лунной программы, NASA в 1972 г. неожиданно принимает решение о прекращении запланированных ранее полетов пилотируемых кораблей «Аполлон» (-18, -19 и -20) на Луну. Это решение

в США было обосновано чрезмерной дороговизной программы, несмотря на то, что в это время в США существовало много проектов по созданию баз на Луне и промышленному освоению ее полезных ископаемых.

Неудачные испытания в СССР сверхтяжелой ракеты-носителя Н-1 для доставки пилотируемой экспедиции на Луну (последний запуск состоялся 23 ноября 1972 г.) также привели к закрытию советской программы (ЗиВ, 1993, № 5). Запуски АМС к Луне завершились

в 1976 г., несмотря на то, что на предприятии был изготовлен модернизированный самоходный аппарат «Луноход-3» со стереоскопической телевизионной системой, полностью укомплектован научным оборудованием, прошел весь цикл наземных испытаний и был подготовлен к экспедиции на Луну. Запуск станции планировался на 1977 г., но в связи с изменившимся отношением к лунной программе он попал в музей НПО им. С.А. Лавочкина. На наш взгляд, снижение интереса к исследованию Луны в последующие годы было связано с огромными финансовыми затратами, которые в те годы не могли себе позволить СССР и США, а также недостаточным техническим уровнем, необходимым для практического освоения лунных ресурсов. Интересы СССР и США в это время переключились на изучение других планет Солнечной системы и экспериментов на пилотируемых орбитальных станциях.

Спустя несколько десятилетий США вновь вернулись к проблеме освоения Луны. В 2004 г. президент США Джордж



Российская перспективная лунная программа

Буш предложил продолжить исследование Луны и объявил программу Constellation (созвездие), которая предусматривала выполнение автоматических исследований для подготовки будущих пилотируемых полетов на Луну (ЗиВ, 2004, № 3, с. 46). Через несколько лет следующий президент США Барак Обама приостановил выполнение этой программы по финансовым соображениям и из-за отсутствия прогресса в создании технических систем для доставки экспедиций на Луну. Тем не менее в последние несколько лет мировое сообщество вновь обратилось к фундаментальным исследованиям Луны. Полученные прежде данные не дали исчерпывающего ответа на многие ключевые вопросы происхождения и эволюции нашего ближайшего небесного соседа. До сих пор до конца не решены проблемы Луны: внутренней структуры, происхождения, разли-

чия рельефа полушарий, образования реголита, магнетизма и пыли, важные для понимания истории формирования Земли и ее связи с Лунной.

Недавно президент США Дональд Трамп в одностороннем порядке объявил новую программу «Артемиды» по созданию обитаемой базы на Луне и проведению работ по освоению природных ресурсов Луны, несмотря на существующий «Договор о принципах деятельности государств по исследованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела», принятый Генеральной Ассамблеей ООН 19 ноября 1966 г. В США также рассматриваются проекты создания военных баз на Луне.

В XXI в. большой интерес к исследованию Луны проявляют США, ЕСА, Китай, Индия, Япония и Израиль, уже отправившие к ней свои АМС. Согласно китайской программе на 2040–2060 гг.

планируется создать обитаемую лунную научную базу.

За 50 лет, прошедших со времени советской лунной программы, в России появились новые технические средства и аппаратура, позволяющие проводить исследования Луны на более высоком техническом уровне по точности и объему измерений. 28 ноября 2018 г. на совместном заседании Совета РАН по космосу и Роскосмоса был представлен проект «Концепции российской программы исследования и освоения Луны», состоящей из трех этапов, рассчитанных на 2021–2040 гг.:

– первый этап (2021–2025) «Вылазка». Отработка технологий на МКС, создание базового модуля окололунной станции, испытания перспективного пилотируемого корабля «Федерация», беспилотный облет Луны, ее изучения АМС «Луна-25–29» для решения научных задач и подготовки дальнейших этапов работ (ЗиВ, 2012, № 3; 2014, № 3). Орбитальная лунная станция может быть создана на базе элементов российского сегмента МКС, в частности использования узлового модуля, пилотируемого транспортного корабля и научно-энергетического модуля для высадки на поверхность Луны. На станции будут находиться лунные взлетно-посадочные и грузовые модули;

– второй этап (2025–2035) «Форпост». Отработка средств доступа на поверхность Луны: пилотируемые полеты с облетом в 2026 г. и высадкой космонавтов после 2030 г. (длительностью 14 сут) на поверхность Луны для создания и размещения первых элементов посещаемой базы. В 2025–2030 гг. планируется развертывание на окололунной орбите спутников связи;

– третий этап (после 2035 г.) «База». Планируется завершение строительства полноценной посещаемой базы. Создание научной инфраструктуры в виде постройки на поверхности

Луны двух астрономических обсерваторий. Создание инфраструктуры, добыча водяного льда (создание на ее основе кислородно-водородного топлива), строительство убежищ от радиации. Создание единой системы пилотируемых и автоматических средств освоения Луны. На 2036–2040 гг. намечено развертывание на окололунной орбите навигационных спутников для прокладки маршрутов, работающей на поверхности техники. Глобальная спутниковая навигационная система Луны должна включать спутники на земной орбите, транслирующие навигационный сигнал от Земли, а также сеть спутников на окололунной орбите.

Завершающим этапом российской программы станет проект «Лунный полигон», предусматривающий развертывание научных, служебных и технологических комплексов на базе автоматических универсальных мобильных средств. В итоге предполагается вернуть обитаемый полигон для долгосрочного освоения полярных областей Луны – проведение там научных исследований и прикладных работ.

В настоящее время изучение Луны осуществляется в основном национальными космическими агентствами. Они могли бы развиваться более быстрыми темпами и гораздо успешнее в случае объединения усилий нескольких стран в реализации совместной программы, как в программе МКС. В этом направлении госкорпорацией «Роскосмос» уже подписан ряд соглашений о совместных исследованиях Луны с Европейским космическим агентством, Китаем, Индией и США, пока только о взаимной установке научных приборов и технических систем на космических аппаратах, запускаемых этими странами к Луне по национальным программам, и обмену результатами исследований.