

ОБЗОРЫ

OVERVIEWS

УДК 629.78

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ НА ЛУНУ

А.А. Курицын, А.А. Ковинский, С.Н. Микаев, О.В. Платонов

Докт. техн. наук, доц. А.А. Курицын; канд. пед. наук А.А. Ковинский;
космонавт-испытатель отряда космонавтов ГК «Роскосмос» С.Н. Микаев;
космонавт-испытатель отряда космонавтов ГК «Роскосмос» О.В. Платонов
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Проведенный в статье анализ направлений и планов освоения Луны и окололунного пространства различными странами показывает всевозрастающий интерес ведущих космических государств к этому спутнику Земли.

Ключевые слова: пилотируемая космическая программа, Луна, деятельность космонавтов, пилотируемый космический корабль

New Horizons: Opportunities and Prospects for Manned Flights to the Moon. A.A. Kuritsyn, A.A. Kovinsky, S.N. Mikaev, O.V. Platonov

The paper gives an analysis of the directions and plans for exploring the Moon and near-lunar space by various countries and shows the increasing interest of the leading space powers in this Earth's satellite.

Keywords: manned space program, Moon, cosmonaut activity, manned spacecraft

XXI век открыл новую эру в космической исследовательской деятельности [1, 2, 5, 6, 8]. Пилотируемые полеты на Луну, которые когда-то казались отдаленной мечтой, сегодня превратились в актуальную цель для многих стран (США и страны Европейского союза, Россия, Китай, Индия). Возвращение человека на Луну представляет собой не только техническую задачу, но и многочисленные возможности для научных открытий и технологических прорывов. Прошло более пятидесяти лет со времени, когда человек впервые ступил на лунную поверхность в рамках миссии «Аполлон-11» [5]. Однако интерес к Луне не пропал, а, скорее, возрос в связи с развитием технологий и увеличением знаний о космосе. Целью статьи является исследование возможностей и перспектив пилотируемых программ разных стран для освоения Луны. В работе представлены существующие отечественные проекты полетов к Луне как пилотируемые, так и беспилотные, а также особое внимание уделено начавшемуся проекту НАСА Artemis, плану создания международной лунной станции Lunar Gateway и рассмотрены исторические аспекты освоения Луны.

Краткий обзор пилотируемых программ полетов к Луне в XX веке

Программы по пилотируемым полетам на Луну начались в 1960-х гг. в рамках «космической гонки» между СССР и США [3, 5]. Самой знаменитой и значимой являлась программа «Аполлон» НАСА, которая в 1969 г. впервые позволила доставить людей на Луну. Всего было выполнено шесть успешных пилотируемых посадок на Луну в рамках этого проекта. Это было не только техническим, но и научным достижением, так как астронавты проводили научные исследования, собирали образцы лунного грунта и устанавливали экспериментальное оборудование (рис. 1).

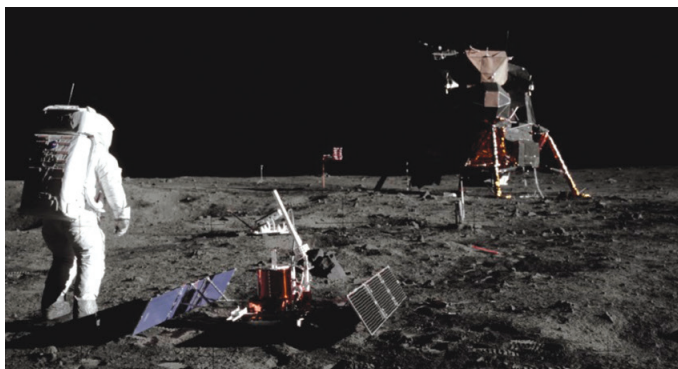


Рис. 1. Экспедиция американских астронавтов на Луну (20.07.1969)

Трехместный космический корабль (КК) «Аполлон» создан в США для полетов человека на Луну (рис. 2). «Аполлон» состоял из отсека экипажа и служебного отсека [5]. Масса КК ~ 32 т, длина ~ 11 м, макс. диаметр – 4,29 м, свободный объем кабины ~ 6,1 м³. Кресла – не катапультируемые. Отсек экипажа (спускаемый аппарат (СА)) имел форму усеченного конуса и был рассчитан для посадки на воду. Пилотируемый космический аппарат оборудован стыковочным устройством с переходным тоннелем диаметром около 0,8 м. Корабль был снабжен автономной системой наведения и навигации, рассчитанной на активное участие космонавтов в управлении полетом.



Рис. 2. Конструкция КК «Аполлон»

Для полетов к Луне использовалась ракета-носитель (РН) «Сатурн-5» (рис. 3). Летные испытания КК по лунной программе проводились с 1966 по 1972 г., затем в 1973–1974 гг.



Рис. 3. РН «Сатурн-5» (SA-501) на стартовом комплексе

В то же время СССР активно работал над программами пилотируемых полетов на Луну, такими как «Союз», «Л-1», «Н1-Л3» и «УР700-ЛК700» [2, 5]. Однако, несмотря на ряд успешных беспилотных миссий, включая посадку лунохода «Луна-2» на естественный спутник Земли, пилотируемые миссии так и не были реализованы.

Изначально КК «Союз» разрабатывался в рамках программы облета Луны. В 1962 г. в ОКБ-1 под руководством С.П. Королёва начал проектироваться ракетно-космический комплекс, состоящий из трех кораблей: 7К, 9К и 11К (рис. 4).

Данный проект получил название «Союз» и осуществлялся с целью пилотируемого облета Луны. Корабль 7К предназначался для выведения космонавтов на орбиту Земли, стыковки с кораблем 9К, пилотируемого облета Луны в составе комплекса кораблей 7К–9К и возвращения космонавтов на Землю в СА корабля 7К. Корабль 9К представлял собой разгонный ракетный блок с двигательной установкой, которая обеспечивала выведение комплекса 7К–9К

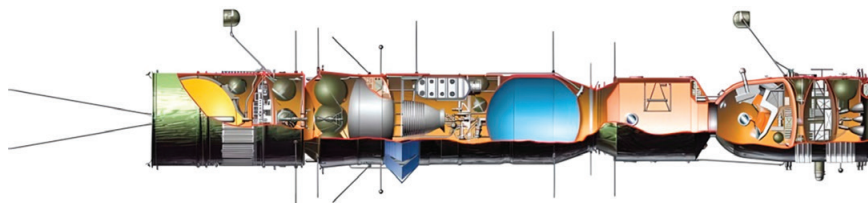


Рис. 4. Лунный комплекс «Союз» (7К–9К–11К)

на траекторию облета Луны. Корабль 11К – танкер, который после выведения на орбиту должен был стыковаться с кораблем 9К и заправлять его топливом, а после этого отстыковываться. Все корабли должны были выводиться на орбиту РН «Союз»: сначала – не заправленный топливом корабль 9К, затем – последовательно четыре корабля-танкера 11К и только после этого корабль 7К с экипажем. Для сборки комплекса 7К–9К требовалось шесть пусков РН. В 1965 г., в связи с принятием новой программы облета Луны – «Л-1», проект «Союз» был переориентирован на создание пилотируемого орбитального корабля, который получил обозначение 7К-ОК и унаследовал название от проекта. Разработка кораблей 9К и 11К была прекращена.

Программа «Л-1» или «УР500К-Л1» предусматривала осуществление пилотируемого облета Луны [5]. Программа выполнялась в 1965–1970 гг. Главной целью программы было обеспечить приоритет СССР в первом пилотируемом полете к Луне. К сожалению, цель достигнута не была. С учетом стремления быстрее выполнения программы лунный облетный корабль был создан на основе корабля «Союз» 7К-ОК. Корабль по программе «УР500К-Л1» получил обозначение 7К-Л1, применялось также обозначение 11Ф91 (рис. 5). Для проведения летных испытаний был создан беспилотный вариант корабля, который получил официальное название «Зонд» (КК «Зонд-4»).

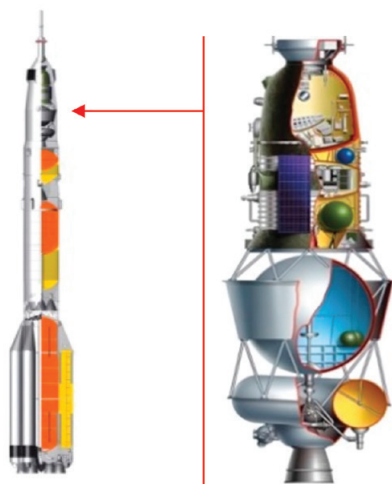


Рис. 5. РН УР-500К «Протон-К» с кораблем 7К-Л1 с разгонным блоком «Д»

Корабль 7К-Л1 предназначался для пилотируемого облета Луны двумя космонавтами. Разработка 7К-Л1 началась в ОКБ-1 во второй половине 1965 г. под руководством главного конструктора С.П. Королёва, а с 1966 г. – под руководством главного конструктора В.П. Мишина. Корабль 7К-Л1 должен был выводиться на траекторию облета Луны с помощью четырехступенчатой РН «Протон-К» (4-я ступень – блок «Д» из состава лунного ракетного комплекса

(ЛРК «Л-3») [5]. Жесткие весовые лимиты, налагаемые РН «Протон-К» (УР-500К) и 4-й ступенью, ограничивали стартовую массу корабля 7К-Л1 5,2 т. Поэтому корабль не имел бытового отсека (БО) и состоял из спускаемого аппарата и приборно-агрегатного отсека (ПАО). Космонавты на корабле 7К-Л1 должны были совершать полет без скафандров, в полетных костюмах. Запуск пилотируемого корабля 7К-Л1 с облетом Луны первоначально планировалось осуществить в июне 1967 г., в годовщину 50-летия Советской власти. Этому должны были предшествовать 2–3 полностью успешных полета корабля в беспилотном режиме. Запуск пилотируемого корабля неоднократно откладывался из-за многочисленных аварий РН и отказов систем кораблей во время испытательных полетов в беспилотном режиме. Однако в январе 1970 г. программа была закрыта. Всего в рамках летнокосмических испытаний было запущено 11 беспилотных кораблей 7К-Л1. Из них: четыре не вышли на орбиту Земли из-за аварий РН, четыре корабля совершили облет Луны. Один корабль в июле 1968 г. не был запущен из-за аварии блока «Д» во время подготовки РН к старту.

Программа «Л-3» или «Н1-Л3» предназначалась для пилотируемого полета к Луне с посадкой на ее поверхность [3]. Программа осуществлялась в 1964–1974 гг. Главной целью программы было обеспечить приоритет СССР в первой пилотируемой посадке на поверхность Луны. Цель достигнута не была. Для выполнения этой программы был создан ЛРК «Л-3», который должен был сначала выводиться на орбиту Земли с помощью РН «Н-1» (рис. 6). Разработка ЛРК началась в ОКБ-1 в 1964 г. под руководством С.П. Королёва, впоследствии созданием ЛРК руководил В.П. Мишин. ЛРК «Л-3» состоял из лунного орбитального корабля (ЛОК), лунного корабля (ЛК), разгонного ракетного блока «Г» и тормозного ракетного блока «Д». ЛРК предназначался для полета двух космонавтов к Луне в ЛОК, посадки одного космонавта в ЛК на поверхность Луны и возвращения космонавтов в ЛОК на Землю. Общая масса ЛРК достигала 95 т, длина всего комплекса «Л-3» составляла 30 м.

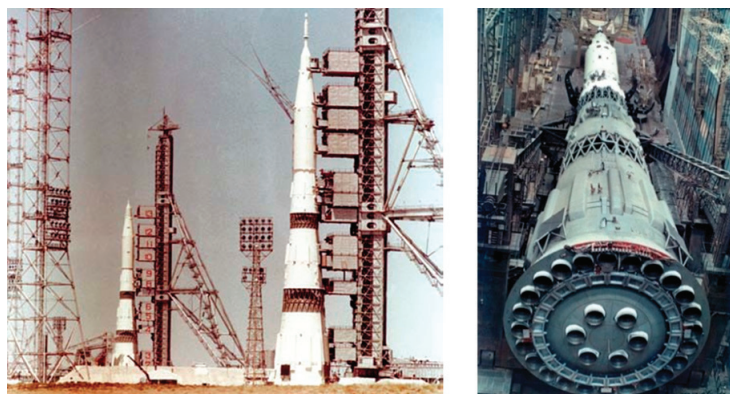


Рис. 6. Ракетно-космический комплекс Н-1–«Л-3». Байконур

ЛОК (11Ф93) был разработан и создан с учетом опыта проектирования корабля «Союз» и внешне был похож на него (рис. 7), но фактически являлся новым кораблем. ЛОК состоял из СА, БО, приборно-агрегатного отсека ПАО, отсека двигателей ориентации комплекса, ракетного блока «И» и энергоотсека (ЭО). Полет в корабле космонавты должны были совершать без скафандров. Запуск первого экспериментального макетного беспилотного ЛОК в составе ЛРК «Л-3» состоялся 27 июня 1971 г. при третьем пуске РН «Н-1». Второй запуск беспилотного ЛОК (первый штатный корабль) также в составе ЛРК «Л-3» был осуществлен 23 ноября 1972 г. при четвертом пуске РН «Н-1». Из-за аварий РН испытательные полеты к Луне не состоялись.

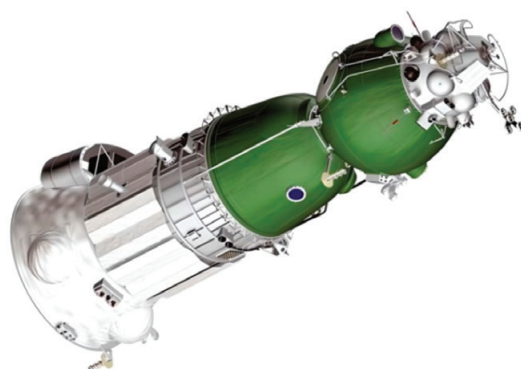


Рис. 7. ЛОК (11Ф93)

ЛК (11Ф94) состоял из двух разделяющихся частей: лунного посадочного корабля (ЛПК) и лунного взлетного аппарата (ЛВА). ЛПК (рис. 8) предназначался для посадки ЛК на поверхность Луны. Сверху на ЛПК располагался ЛВА.

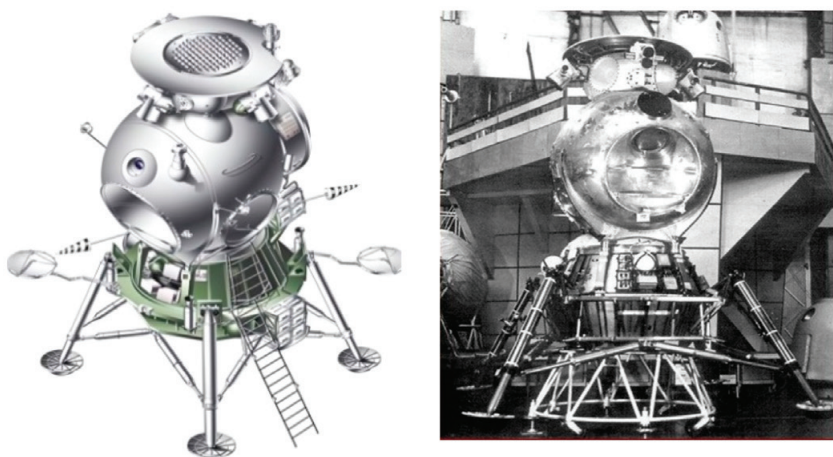


Рис. 8. ЛПК (11Ф94)

Для проведения испытаний ЛК в беспилотном режиме на орбите Земли был создан экспериментальный ЛК, получивший обозначение Т2К. Впервые корабль Т2К был выведен на орбиту Земли 24 ноября 1970 г. с помощью РН «Союз» («Космос-379»). Впоследствии было осуществлено еще два испытательных полета этого корабля на орбите Земли («Космос-398» и «Космос-434»). В ЛК размещался один космонавт в скафандре «Кречет-94» (рис. 9).



Рис. 9. Лунный скафандр «Кречет-94»

Подготовку по программе «Н1-Л3» проходили 20 космонавтов. В 1969–1972 гг. было осуществлено четыре испытательных запуска РН «Н-1», но все они закончились авариями 1-й ступени РН. В мае 1974 г. работы по программе «Н1-Л3» были приостановлены. Окончательно программа была закрыта в марте 1976 г.

Программа «УР700-ЛК700» – проект комплекса для пилотируемого космического полета с посадкой на Луну разрабатывался с 1966 г. в ОКБ-52 под руководством В.Н. Челомея [2]. Один из вариантов экспедиций лунной программы СССР. Для упрощения операций, связанных с маневром КК в космическом пространстве, конструкторы ОКБ-52 предложили осуществить прямой полет на Луну. Однако, согласно расчетам, это требовало создания РН, в полтора раза превосходящую по грузоподъемности «Н-1». В качестве основы новой ракеты, названной «УР-700», принималась уже находившаяся в эксплуатации трехступенчатая РН «УР-500К». «УР-500» в виде второй ступени устанавливалась на разрабатываемую первую ступень, которая состояла из девяти блоков с одним двигателем «РД-270» конструкции Валентина Петровича Глушко в каждом (рис. 10). Общая тяга двигателей первой ступени у Земли составляла 5760 т, что позволило бы вывести на орбиту полезный груз массой около 140 т (90 т – у «Н-1», 118 т – у «Сатурна-5»).



Рис. 10. Проект «УР700-ЛК700». Старт с космодрома Байконур
Рисунок выполнен студентами МГТУ, кафедра СМ2

Два космонавта корабля «ЛК-700» размещались в возвращаемом аппарате, схожем по характеристикам с разработанным для облетной программы «УР500К-ЛК1». После выполнения задач экспедиции на Луне осуществлялось отделение посадочных опор и запуск двигателя взлетного блока с его работой на полной тяге. После старта с Луны корабль «ЛК-700» должен был либо сначала выйти на окололунную орбиту, а потом разогнаться с нее к Земле, либо сразу же выходить на траекторию полета к Земле.

Освоение Луны в XXI веке

В начале XXI века ученые благодаря автоматическим межпланетным станциям (АМС) обнаружили большие запасы воды на Южном полюсе Луны, тем самым человечество возобновило интерес к освоению спутника Земли [10]. Проекты по исследованию Луны есть у США, КНР, России, Индии, Японии и Евросоюза, возможно исследование Луны и другими странами [2, 6]. В табл. 1 приведены планируемые этапы освоения спутника Земли разными странами мира от выхода на орбиту Луны до эксплуатации лунных станций и баз.

Таблица 1

Проекты освоения Луны разными странами в XXI веке

Страна	Выход на орбиту	Мягкая посадка	Луноход	Возврат грунта	Посещение человеком	Лунная станция
Китай	«Чанъэ-1», 2007	«Чанъэ-3», 2013	«Юйту», 2013	«Чанъэ-5», 2020	КПК НП, 2030*	МНЛС, 2030*
США	LRO, 2009	«Артемиды-3», 2025*	VIPER, 2024*	«Артемиды-3», 2025*	«Артемиды-3», 2025*	Gateway, 2024*
Россия	«Луна-26», 2027*	«Луна-25», 08.2023	«Луна-29», 2030*	«Луна-28», 2030*	ПТК, 2030*	МНЛС, 2030*

Окончание табл. 1

Страна	Выход на орбиту	Мягкая посадка	Луноход	Возврат грунта	Посещение человеком	Лунная станция
Индия	«Чандраян-1», 2008	«Чандраян-3», 07.2023	«Луна-29», 2029*	–	–	–
Япония	«Кагуя», 2007	SLIM, 08.2023*	–	–	–	Gateway, 2024*
ЕС	«Смарт-1», 2003	–	–	–	–	Gateway, 2024*
Южная Корея	«Данури», 2022	–	–	–	–	–
Израиль	–	«Беришит-2», 2025*	–	–	–	–
ОАЭ	–	–	«Рашид-2», 2026*	–	–	–

* Планируемые миссии. Их даты могут сдвигаться, как правило, на более поздние сроки.

Сокращения к таблице:

МНЛС – международная (российско-китайская) научная лунная станция.

КПК НП – космический пилотируемый корабль нового поколения.

ПТК – пилотируемый транспортный корабль.

LRO – Lunar Reconnaissance Orbiter.

SLIM – Smart Lander for Investigating Moon.

Программа Российской Федерации по освоению Луны до 2035 года

Российская федеральная космическая программа 2016–2025 гг. в области пилотируемых полетов предусматривает создание научно-технических заделов для полетов к Луне: создание необходимых наработок для полномасштабного исследования Луны после 2025 г. и осуществление к 2030 г. высадки человека на Луну [8]. Стратегия развития национальной пилотируемой космонавтики подразумевает исследование и освоение Луны как особо важного космического объекта, находящегося в доступном околоземном пространстве, обладающего огромным количеством ресурсов, предоставляющего уникальные возможности для проведения научных исследований и непосредственно представляющего научный интерес как небесное тело, обеспечивающее отработку технологий межпланетных полетов и напланетной деятельности.

Рассмотрим несколько перспективных проектов РФ по освоению Луны: АМС «Луна», ПТК «Орел» с РН «Ангара-5» и отечественная лунная база.

Отечественные автоматические межпланетные станции к Луне


Проект «Луна» – серия советских и российских АМС для изучения Луны и космического пространства. Запуск АМС советской серии «Луна» проводился с 1958 по 1976 г., все запуски (16 удачных и 17 неудачных) осуществлялись с космодрома Байконур. В 1977 г. программа была свернута –

отменен 34-й запуск (с «Луноходом-3» на борту). Российская лунная программа возобновила запуски АМС серии «Луна» с 2023 г. Пуски планируется осуществлять с космодрома Восточный. 11 августа 2023 г. Россия запустила к Луне АМС «Луна-25». Россия впервые в своей новейшей истории смогла вывести АМС на орбиту Луны, но при посадке на естественный спутник Земли «Луна-25» потерпела аварию.

В табл. 2 представлены перспективные миссии отечественных АМС к Луне, разрабатываемые в АО «НПО Лавочкина» [12].

Таблица 2

Программа отечественных АМС к Луне

Название миссии	Рисунок АМС	Назначение АМС	Примерная дата запуска
«Луна-25»		Демонстрационный полет и отработка посадки в районы полюсов спутника	Август 2023 г. (частично успешный)
«Луна-26»		Дистанционное исследование Луны с ее орбиты	2027
«Луна-27»		Посадка и поиск водяного льда с глубины 1,2–2 м	2028
«Луна-28»		Доставка на Землю образцов лунного грунта	2028
«Луна-29»		Доставка лунохода, который должен начать исследовать поверхность Луны	2029

Отечественный ПТК «Орел»

ПТК – многоразовый пилотируемый КК, разрабатываемый специалистами РКК «Энергия» имени С.П. Королёва для транспортного обеспечения перспективных пилотируемых проектов России, полетов на околоземную орбиту и в дальний космос (рис. 11).

Предназначение ПТК – доставка людей и грузов за пределы околоземной орбиты, в том числе к Луне. При необходимости облегченный корабль можно будет использовать для полетов на космические станции, находящиеся на околоземной орбите. Характеристики корабля [13]:

- численность экипажа составит до шести человек; масса полезного груза – до 500 кг;
- в режиме автономного полета корабль сможет находиться до 30 сут, при полете в составе орбитальной станции – до одного года;
- его спускаемый аппарат будет изготовлен из алюминиевых сплавов;
- он будет приземляться с помощью трех парашютов и реактивной системы мягкой посадки на амортизированные опоры;
- объем герметичного отсека составит 18 м³;
- должен иметь возможность управляться одним человеком;
- аппарат оснастят твердотопливными двигателями тягой 22,5 тс и двигателями на перекиси водорода тягой 75 кгс;
- получит модернизированную систему стыковки «Курс-Л» от «Союзов»;
- корабль снабдят комбинированным терморегулирующим покрытием «Термалокс» и санузлом;
- данный корабль проектировался с расчетом на возможность глубокой модернизации в будущем;
- планируется выводить на орбиту с помощью РН тяжелого класса «Ангара-А5» с космодрома Восточный.



Рис. 11. Проект ПТК, РКК «Энергия»

Отечественная лунная база

Россия совместно с Китаем и, возможно, с рядом других стран в период до 2030 г. предполагает реализовать широкую программу по исследованию Луны автоматическими средствами, в том числе определить потенциальные районы для пилотируемой высадки [14]. В этот период должны быть созданы космические средства осуществления пилотируемых полетов в окололунное пространство: ПТК для полетов к Луне, лунный взлетно-посадочный комплекс и межорбитальный буксир для пилотируемого космического корабля,

должны быть отработаны технологии мягкой посадки пилотируемых кораблей на поверхность Луны. И только после выполнения данных исследований планируется работа по созданию лунной базы, но задел и первые шаги реализуются уже в данный момент.

Американская лунная программа

«Артемида» – финансируемая правительством США космическая программа НАСА пилотируемого освоения Луны [9]. В проекте также примут участие американские частные компании, Европейское и Японское космические агентства. Одной из целей программы является отправка на Южный полюс Луны «первой женщины», отсылка к тому факту, что мужчины на Луне в рамках программы «Аполлон» уже были. Программа «Артемида» станет ступенью к созданию постоянно обитаемого поселения на Луне и создаст фундамент для освоения Марса. В табл. 3 представлен план пилотируемых миссий по программе «Артемида».

Таблица 3

Планы пилотируемых миссий «Артемида»

Название миссии	Цель миссии	Дата	
		Запуск	Посадка
«Артемида-1»	Тестовый беспилотный полет к Луне	16 ноября 2022 г.	11 декабря 2022 г.
«Артемида-2»	Пилотируемый облет Луны	Ноябрь 2024 г.	
«Артемида-3»	Посадка на Луну с экипажем	Декабрь 2025 г.	
«Артемида-4»	Доставка астронавтов на лунную ОС Gateway	2027	
«Артемида-5»	Посадка к Южному полюсу Луны, доставка двух элементов на станцию Gateway	2028	
«Артемида-6»	Посадка на Луну с экипажем, доставка шлюзового модуля	2029	
«Артемида-7»	Высадка на Луну с доставкой лунного крейсера	2030	
«Артемида-8»	Высадка на Луну с доставкой системы материально-технического снабжения и среды обитания	2031	
«Артемида-9»	Высадка на Луну с доставкой компонентов лунной логистики	2032	
«Артемида-10»	Высадку на Луну, длительное пребывание на поверхности Луны	2033	

«Орион», **Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV)** – частично многоразовый космический корабль (МКК) с экипажем, используемый в программе

НАСА «Артемида» [2, 9]. КК состоит из космической капсулы модуля экипажа, разработанного Lockheed Martin, и Европейского сервисного модуля производства Airbus Defence and Space. Способный поддерживать экипаж из шести человек за пределами низкой околоземной орбиты, корабль «Орион» может проработать 21 день в отстыкованном состоянии и до шести месяцев в пристыкованном к станции. Он оснащен солнечными панелями, автоматической системой стыковки и интерфейсами стеклянной кабины, созданными по образцу тех, что используются в Boeing 787 Dreamliner. Один двигатель AJ10 обеспечивает основную тягу космического корабля, в то время как восемь двигателей R-4D-11 и шесть модулей специальной системы реактивного управления, разработанных Airbus, обеспечивают дополнительную тягу космического корабля. Несмотря на совместимость с другими РН, «Орион» в первую очередь предназначен для запуска на ракете Space Launch System (SLS) с башенной системой аварийного запуска (рис. 12).



Рис. 12. Старт РН SLS, КК «Орион» во время полета на Луну, 2022

По состоянию на 2023 г. в стадии строительства находятся три пригодных для полета космических аппарата «Орион», один из которых завершен и заказан еще один, для использования в программе «Артемида» НАСА. Первый МКК «Орион» (СМ-002) был запущен 16 ноября 2022 г. по программе «Артемида-1». Орион использует ту же базовую конфигурацию, что и командно-сервисный модуль Apollo, который впервые доставил астронавтов на Луну, но с увеличенным диаметром, обновленной системой тепловой защиты и другими современными технологиями.

Starship – разрабатываемая компанией SpaceX многофункциональная, полностью многоразовая двухступенчатая система из сверхтяжелой РН Super Heavy и КК Starship, предназначенная для доставки грузов и людей на низкую околоземную, солнечно-синхронную и геопереходную орбиты, а также для межпланетных полетов на Луну и Марс [11]. Предполагается, что самый большой по массе и размерам и самый мощный РН в истории в будущем заменит РН Falcon 9 и Falcon Heavy, грузовой и пилотируемый космические корабли Dragon V2 уже в середине 2020-х гг. Строительство и испытания системы проходят на космодроме Starbase в Техасе (рис. 13).



Рис. 13. КК Starship, Бока-Чика, США, 2023, SpaceX

Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G) – создается в качестве первой обитаемой внеземной космической станции [9]. LOP-G будет размещена на лунной орбите и предназначена для использования в качестве коммуникационного узла, научной лаборатории и временного жилого модуля для астронавтов, а также технической зоны для луноходов и других роботов. Это многонациональный совместный проект с участием четырех агентств-партнеров НАСА, Европейского космического агентства (ЕКА), ДжАКСА (Япония) и канадского космического агентства (ККА). Планируется, что это будет первая космическая станция за пределами низкой околоземной орбиты и первая космическая станция на орбите Луны (рис. 14). Изначально название станции было Deep Space Gateway (DSG), позже, в 2019 г., станция была переименована в LOP-G.



Рис. 14. Конфигурация станции по состоянию на 16 ноября 2022 г., НАСА

Ожидается, что научные исследования на Gateway будут включать астрофизику, наблюдение за Землей и Луной, гелиофизику, фундаментальную космическую биологию, а также изучение влияния факторов космического полета на организм человека. Строительство станции планируется осуществить в конце 2020-х гг. Проект возглавляет НАСА, предполагается, что Gateway будет разрабатываться, обслуживаться и использоваться в сотрудничестве с ККА, ЕКА, ДжАКСА и коммерческими партнерами. Она будет служить отправной точкой для роботизированных и пилотируемых исследований Южного полюса Луны и являться предполагаемой отправной точкой концепции НАСА для полетов на Марс и в дальний космос. Изначально планируется, что космическая станция (миссия «Артемида-3») Gateway будет состоять из двух модулей: силового (двигательного элемента) и жилого (логистического аванпоста). Двигательный элемент и логистический аванпост будут собраны на Земле и запущены вместе на РН Falcon Heavy. Модуль I-Hab, созданный ЕКА и ДжАКСА, должен будет запущен на РН SLS Block 1В в качестве сопутствующей полезной нагрузки пилотируемой миссии «Артемида-4» на МКК «Орион».

Деятельность космонавтов при выполнении лунных программ

Необходимость осуществления пилотируемых полетов к Луне и в дальний космос потребует подготовки космонавтов к новым видам работ: управление пилотируемым космическим аппаратом при полете к Луне, выполнение операций при посадке и взлете, а также целевые и научные работы на поверхности спутника. Характерным отличием полета к Луне является деятельность космонавтов по управлению связкой космических аппаратов, например, пилотируемый корабль, лунный взлетно-посадочный комплекс и межорбитальный буксир. Наиболее ответственными операциями будут: посадка на Луну, взлет с поверхности Луны, стыковка с кораблем, посадка на поверхность Земли [1, 7]. Особенности деятельности космонавтов (астронавтов) при выполнении целевых задач в лунных миссиях будут: выполнение программы научных исследований на Луне, разработка лунных ресурсов, отработка новых технологий, в том числе отработка технологий полетов в дальний космос. Характерным для напланетной деятельности космонавтов будет являться широкое использованием транспортных и робототехнических средств, большие объемы работ в скафандрах, отличающиеся от работ в скафандрах при ВКД на орбите Земли [4, 7].

Необходимость подготовки космонавтов к новым видам деятельности при выполнении космических полетов потребует адаптации существующего процесса подготовки экипажей пилотируемых кораблей на технических средствах применительно к лунным экспедициям. Создание научно-обоснованных программ подготовки космонавтов на технических средствах подготовки и в дальнейшем управление процессом подготовки космонавтов

на основании оценки качества подготовленности космонавтов, возможность изменения программ подготовки с учетом коррекции планов освоения Луны потребуют использования технологии адаптивного управления процессом подготовки космонавтов [1].

Выводы

Проведенный исторический анализ освоения Луны СССР и США в XX веке показал, что у СССР было множество проектов для полетов на Луну: лунные автоматические станции, в большинстве своем успешно выполнившие задачи; пилотируемые корабли и РН, однако США смогли первыми осуществить полет и высадку человека на Луну, таким образом, «лунная гонка» для СССР была проиграна. Полученные технологии XX века не только увеличивают наши знания о Луне и космическом пространстве, но и вдохновляют новые поколения ученых, инженеров и исследователей космоса на достижение еще более амбициозных целей, например, пилотируемых полетов на Марс и другие планеты.

Рассмотрены существующие и будущие проекты полетов к Луне различных космических агентств как пилотируемые, так и беспилотные, особое внимание уделено начавшемуся проекту НАСА «Артемида» и проекту создания международной лунной станции Lunar Gateway. В ближайшие годы ряд стран планируют осуществлять пилотируемые полеты в окололунное пространство с последующей высадкой человека на поверхность Луны и осуществлением напланетной деятельности.

Пилотируемые полеты на Луну вновь становятся актуальной и важной темой в современном космическом исследовании. С развитием новых технологий и с ростом интереса со стороны государственных и частных организаций перспектива человеческого возвращения на Луну становится все более реалистичной. Отмечено, что успешная реализация планов по пилотируемым полетам на Луну позволит получить новые научные знания, создать технологические инновации и продолжать осуществлять международное сотрудничество в космосе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курицын, А.А. Адаптация теоретических подходов к управлению процессом подготовки экипажей ПКА на технических средствах подготовки применительно к лунным экспедициям // Пилотируемые полеты в космос. – 2020. – № 3(36). – С. 54–68.
- [2] Курицын, А.А. Анализ направлений пилотируемого освоения Луны / А.А. Курицын, А.А. Ковинский // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского. Материалы 58-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: Политоп, 2023. – С. 209–2012.
- [3] Первушин, А.И. Битва за Луну: правда и ложь о «лунной гонке». – Санкт-Петербург: Амфора, 2014. – 317 с.

- [4] К вопросу подготовки космонавтов для работы на поверхности Луны / Е.Ю. Иродов, П.П. Долгов, В.С. Коренной [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2018. – № 1(26). – С. 71–89.
- [5] Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди / Ю.М. Батурина, И.Б. Афанасьев, А.Г. Белозерский [и др.]: под ред. Ю. М. Батурина, авт. вступ. ст. Ю.М. Батурина и Б.Е. Черток. – Москва: РТСофт, 2005. – 752 с.
- [6] Курицын, А.А. Оценка перспектив пилотируемого освоения Луны / А.А. Курицын, А.А. Ковинский // Материалы 15-й Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос» 15–17 ноября 2023 года. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок. – С. 46–48.
- [7] Кононенко, О.Д. Пути совершенствования профессиональной деятельности космонавтов // Пилотируемые полеты в космос. – 2022. – № 2(43). – С. 6–18.
- [8] Федеральная космическая программа России на период 2016–2025 годы. – Текст электронный // Роскосмос: [сайт]. – URL: <https://www.roscosmos.ru/22347> (дата обращения 17.01.2024).
- [9] Программа «Артемиды». – Текст: электронный // НАСА: [сайт]. – URL: <https://www.nasa.gov/specials/artemis> (дата обращения 20.01.2024).
- [10] Луна-25. – Текст электронный // Роскосмос: [сайт]. – URL: <https://www.roscosmos.ru/tag/luna-25> (дата обращения 25.01.2024).
- [11] МПТК Starship. – Текст электронный // SpaceX: [сайт]. – URL: <https://www.spacex.com/vehicles/starship> (дата обращения 30.01.2024).
- [12] Деятельность компании. Проекты. – Текст электронный // АО «НПО Лавочкина»: [сайт]. – URL: <https://www.laspacespace.ru/ru/activities/projects> (дата обращения 29.01.2024).
- [13] Пилотируемая программа. ПТК. – Текст электронный // ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва: [сайт]. – URL: <https://www.energia.ru/ru/spaceactivities/ptk-np/ptk-np.html> (дата обращения 27.01.2024).
- [14] Китайское национальное космическое управление: [сайт]. – URL: <https://www.cnsa.gov.cn> (дата обращения 27.01.2024).

REFERENCES

- [1] Kuritsyn, A.A. Adaptation of Theoretical Approaches to the Management of the Process of Training Crews of MSVs Using Technical Facilities With Regard to Lunar Expeditions // *Manned Spaceflight*. – 2020. – No 3(36). – P. 54–68.
- [2] Kuritsyn, A.A. Analysis of the Directions of Manned Exploration of the Moon / A.A. Kuritsyn, A.A. Kovinsky // *Scientific Heritage and Development of Ideas of K.E. Tsiolkovsky's Ideas. Proceedings of the 58th Scientific Readings in Memory of K.E. Tsiolkovsky*. – Kaluga: Politop, 2023. – P. 209–212.
- [3] Pervushin, A.I. The Battle for the Moon: the Truth and Lies About the “Moon Race”. – St. Petersburg: Amphora, 2014. – 317 p.
- [4] On the Issue of Training Cosmonauts to Work on the Surface of the Moon / E.Yu. Irodov, P.P. Dolgov, V.S. Korennoy [et al.] // *Manned Spaceflight*. – 2018. – No 1(26). – P. 71–89.
- [5] World Manned Space Exploration. History. Technic. People / Yu.M. Baturin, I.B. Afanasyev, A.G. Belozersky [et al.]: ed. by Yu.M. Baturin Author's Introductory Articles by Yu.M. Baturin and B.E. Chertok. – Moscow: RTSOFT, 2005. – 752 p.

- [6] Kuritsyn, A.A. Assessment of the Prospects for Manned Exploration of the Moon / A.A. Kuritsyn, A.A. Kovinsky // Proceedings of the 15th International Scientific and Practical Conference “Manned Space Flights”, November 15–17, 2023. – FSBI “Yu.A. Gagarin R&T CTC”, Star City. – P. 46–48.
- [7] Kononenko, O.D. Ways to Improve the Professional Activities of Cosmonauts // Manned Spaceflight. – 2022. – No 2(43). – P. 6–18.
- [8] The Federal Space Program of Russia for the Period of 2016–2025. – Text: electronic // State Corporation Roscosmos: [website]. – URL: <https://www.roscosmos.ru/22347> (accessed 17.01.2024).
- [9] The Artemis Program. – Text: electronic // NASA: [website]. – <https://www.nasa.gov/specials/artemis> (accessed 20.01.2024).
- [10] The Luna-25. – Text: electronic // State Corporation Roscosmos: [website]. – URL: <https://www.roscosmos.ru/tag/luna-25> (accessed 25.01.2024).
- [11] Starship Reusable Transportation System. – Text: electronic // The Private Space Company SpaceX: [website]. – URL: <https://www.spacex.com/vehicles/starship> (accessed 30.01.2024).
- [12] The Company’s Activities. Projects. – Text: electronic // Lavochkin Association: [website]. – URL: <https://www.laspace.ru/ru/activities/projects> (accessed 29.01.2024).
- [13] Manned Program. MTV. – Text: electronic // RSC Energia Named After S.P. Korolev: [website]. – URL: <https://www.energia.ru/ru/spaceactivities/ptk-np/ptk-np.html>, (accessed 27.01.2024).
- [14] Chinese National Space Administration: [website]. – URL: <https://www.cnsa.gov.cn> (accessed 27.01.2024).