

Первый запуск сверхтяжелой ракеты SLS по программе Artemis



Человечество возвращается на Луну! Этим громким заявлением может быть охарактеризован испытательный запуск американской сверхтяжелой ракеты SLS, который прошел 16 ноября 2022 года со стартовой площадки LC-39B на мысе Канаверал во Флориде. Хотя в космическом корабле "Орион", отправившемся к лунной орбите, нет ни одного живого существа, кроме одноклеточных дрожжей, многоклеточной плесени, водорослей и семян растений - но вопрос о пилотируемом полете теперь стал вопросом времени. В первом "Орионе" к Луне полетели манекены астронавтов. Но вскоре люди будут совершать полеты по окололунной орбите, а затем, в более отдаленном будущем - высадятся на Луне.

Луна, Земля и космические полеты

Когда-то, миллиарды лет тому назад, Луна и Земля были одним целым. Но вещество Луны была выбито в грандиозной космической катастрофе - столкновении Земли с протопланетой Тейей и собралось на недостижимой с Земли орбите. С тех пор стал возможен обратный процесс, когда выбиваемое метеоритами лунное вещество иногда падает на Землю. Регулярным процесс возвращения "лунных камней" стал в XX веке, когда была налажена доставка лунного реголита советскими автоматическими межпланетными станциями "Луна" и американскими космическими кораблями "Аполлон":

Космические гонки XX и XXI века, часть 3: лунные автоматы СССР

Космические гонки XX и XXI века, часть 4: лунные экспедиции Америки

Последнюю результативную экспедицию к Луне за лунным грунтом совсем недавно предпринял Китай:

Лунная станция Чанъэ-5 - предвестник будущей пилотируемой экспедиции

АМС (автоматических межпланетных станций) около Луны хватает, но пилотируемые полеты отодвинулись в даль времени - они стали частью космического эпоса, который

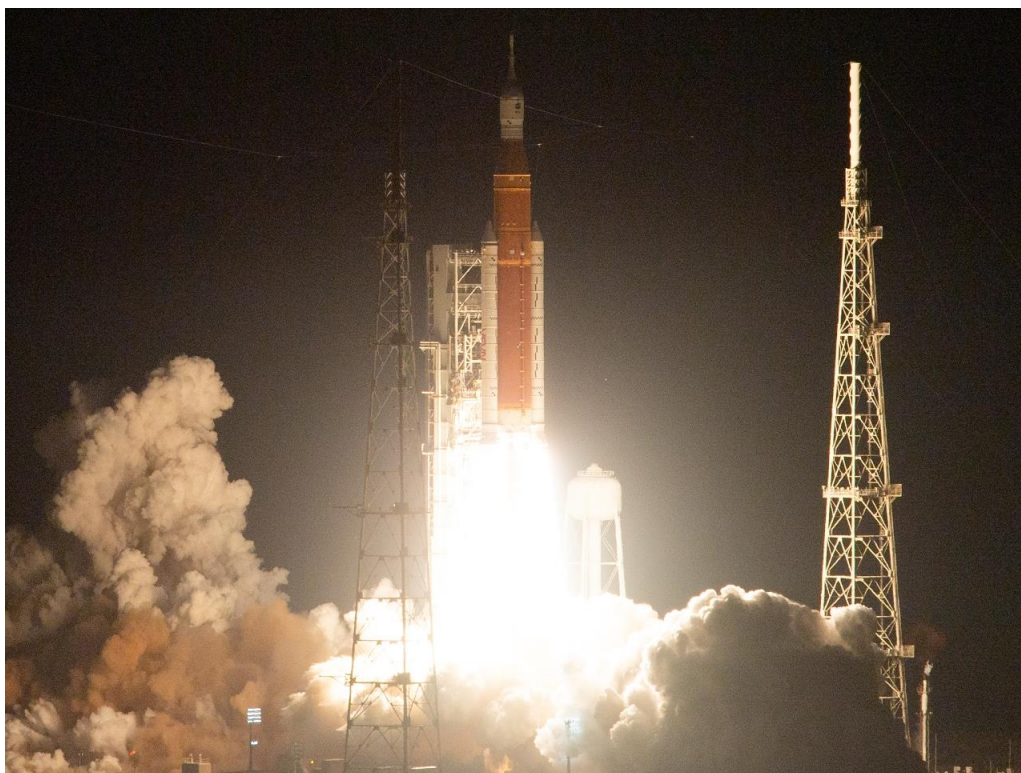
повествует о чем-то далеком и ныне недостижимом. Лунные технологии Америки 60-х считаются безвозвратно утраченными и высадка человека на Луне - технически невозможной. Тем не менее, эпос возвращается! Если не высадка на Луне, то полет людей к окололунной орбите стал частью повестки дня.

Сверхтяжелая ракета-носитель SLS

Ключевая часть лунного пилотируемого проекта - это ракета-носитель сверхтяжелого класса. Для полетов на околоземную орбиту применяются ракеты, которые иногда называют "летающими бочками с керосином". Они способны разогнать пилотируемый транспортный корабль (ПТК) до первой космической скорости (7.9 км/с). Но для разгона ПТК к Луне до второй космической скорости (11.2 км/с) требуется на порядок больше топлива. Ракета получается слишком тяжелой, дорогой и ненадежной - по факту, керосиновую лунную ракету попытались создать, но ее так и не удалось запустить в космос:

Космические гонки XX и XXI века, часть 2: несбывшаяся мечта Королева

Регулярные рейсы к Луне пока так и не удалось наладить, хотя пилотируемые полеты вокруг Земли уже стали обыденностью.



Старт Artemis I

Американская сверхтяжелая ракета SLS вообще не использует углеводородное топливо - в ней применяется более эффективное водородное топливо и мощнейшие твердотопливные ускорители для первоначального разгона от Земли. Эта технология напрямую позаимствована у известной многоразовой системы конца XX - начала XXI века "Спейс шаттл":

Космические гонки XX и XXI века, часть 5: время крылатых гигантов

Справочная информация

характеристики		Space Shuttle	SLS Block 1	SLS Block 1B
Ускоритель				
число сегментов		4	5	
тяга	земная	1200 тс	1490 тс	
	высотная	1360 тс	1600 тс	
горючее		APCP+PBAN		
удельный импульс		242 с	269 с	
масса		590 т	730 т	
высота		45.5 м	54 м	
диаметр		3.7 м	3.7 м	
нижняя ступень				
число и тип РД		3 RS-25	4 RS-25	
горючее		водород		
тяга	земная	535 тс	758 тс	
	высотная	697 тс	929.5 тс	
УИ	земной	363 с	366 с	
	высотный	455 с	452 с	
масса	конструкции	26.5 т	85 т	
	топлива	735.6 т	985 т	
высота		47 м	65 м	
диаметр		8.4 м	8.4 м	
верхняя ступень				
тип			ICPS	EUS
число и тип РД			1 RL-10B-2 RL-10C-2	4 RL-10C-3 RL-10C-X
горючее			водород	
тяга			12.25 тс	44 тс
удельный импульс			465.5 с	460 с
масса конструкции		-	3.49 т	
масса топлива			28.58 т	129 т
высота			13.7 м	17.3 м
диаметр			5 м	8.4 м
характеристики РН				
стартовая масса		2030 т	~2600 т	~2700 т
стартовая тяга		~2900 тс	~3700 тс	
высота		56.1 м	98 м	111 м

ПН на НОО	27.5 т	95 т	105 т
ПН к Луне	-	27 т	38 т

Таблица составлена на основе информации из открытых источников.

SLS базируется на готовых технологиях и даже готовых узлах - в их числе 16 ракетных двигателей RS-25D и столько же SRB, собираемых из частей, оставшихся от программы Space Shuttle. Верхняя ступень ICPS - это модифицированная DCPS (Delta Cryogenic Propulsion State) от водородной ракеты Delta IV.

История успеха SLS началась... в конгрессе США, где ее придумали в 2010 году для того, чтобы вывести из финансового тупика лунную программу Constellation. НАСА и его подрядчики проектировали для этой программы нелепые и очень дорогие ракеты Ares - в итоге конгрессменам пришлось вводить программу в разумные рамки за счет максимального использования оставшихся от "шаттлов" наработок. При создании лунной ракеты SLS ее конструкторы отказались от не оправдавшей себя многозаговости - в результате чего новая "ракета конгресса" уже сейчас отправляет к Луне столько же, сколько "шаттлы" могли вывести на околоземную орбиту. И это не предел ее грузоподъемности!

Многоцелевой космический корабль Орион



MPCV Orion

По похожему пути пошли разработчики многоцелевого космического корабля Orion, который начали проектировать для программы Constellation в 2006 году. Космический корабль с просторным 9-кубовым отсеком экипажа создан фирмой Lockheed. В нем размещается четверо, при полетах к околоземной МКС - до шести астронавтов. Это вдвое больше, чем доставляет российский космический корабль Союз-МС. Внешнее спускаемый

аппарат "Ориона" походит на спускаемый аппарат "Аполлона", но больше его в 1.5 раза и - принципиальное отличие - имеет земную, а не кислородную атмосферу.

Капсула с земным воздухом получается тяжелее, но только она соответствует нынешним требованиям к безопасности космических полетов.

Пересмотр программы Constellation с целью ее удешевления привел к тому, что в американском пилотируемом корабле используется служебный отсек European Service Module (ESM), первоначально разработанный фирмой Airbus для беспилотного транспортного корабля ATV (Automated Transport Vehicle).

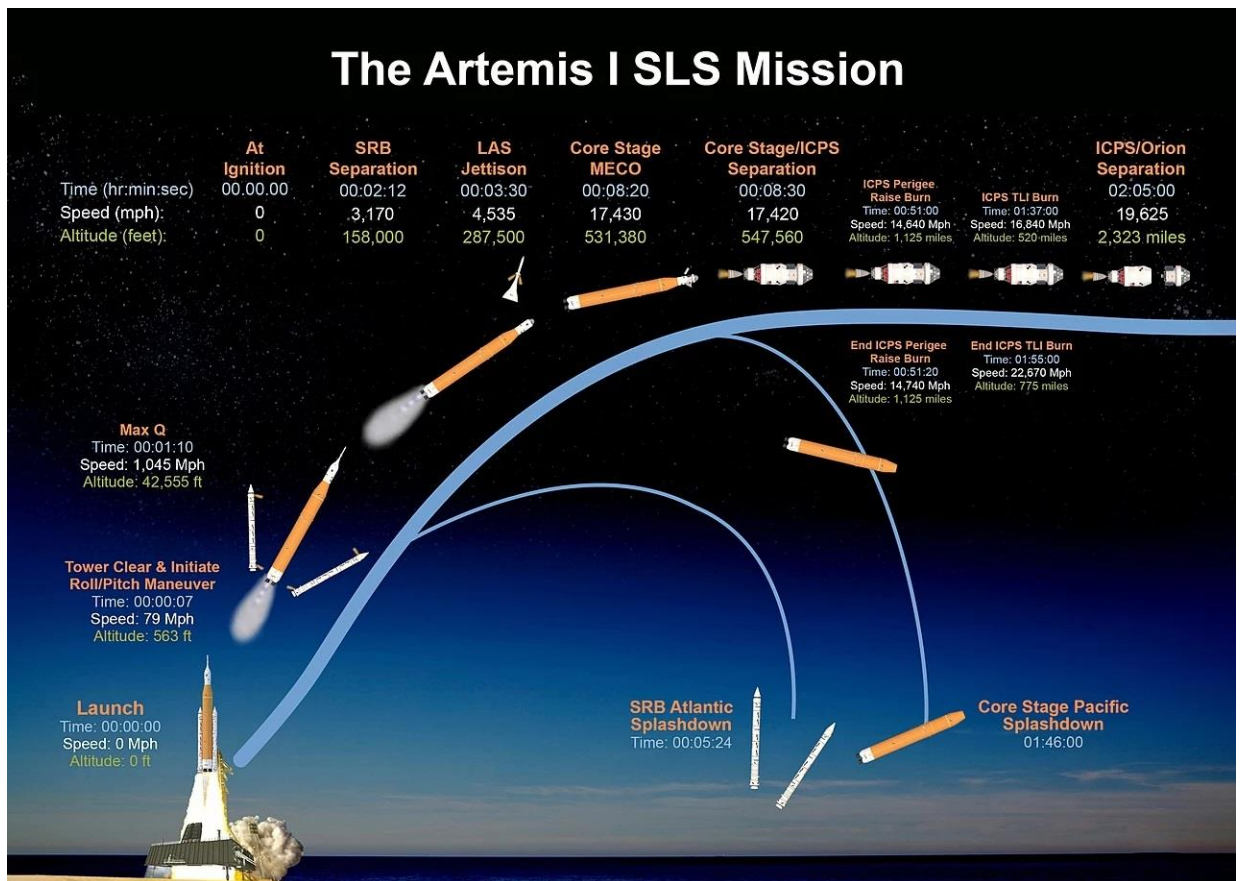
Масса возвращаемого на землю Crew Module составляет 10.4 тонны, масса служебного отсека ESM, где находится запас топлива для маневрирования около Луны - 15.46 тонны. На высококипящее топливо - монометилгидразин и оксид азота - приходится около 9 тонн, здесь задействованы шаттловские и аполлоновские технологии. Примерно 7.5 тонн весит система аварийного спасения LAS (Launch Abort System), которая отстреливается на этапе работы второй ступени. Этой системы не хватало на "шаттлах", что в 1986 году привело к гибели экипажа "Челленджера".

Драматическая история первого запуска SLS

Несмотря на использование готовых решений, создание ракеты заняло 12 лет. Сроки неоднократно сдвигались вправо, но весной 2022 года наконец-то начались тесты с вывозом ракеты на стартовую площадку и ее заправочными испытаниями. Несмотря на наличие опыта запуска шаттлов, тесты шли с проблемами, и впервые гигантскую ракету удалось полностью заправить только 20 июня 2022 года. При этом тест стартового отсчета не был завершен полностью.

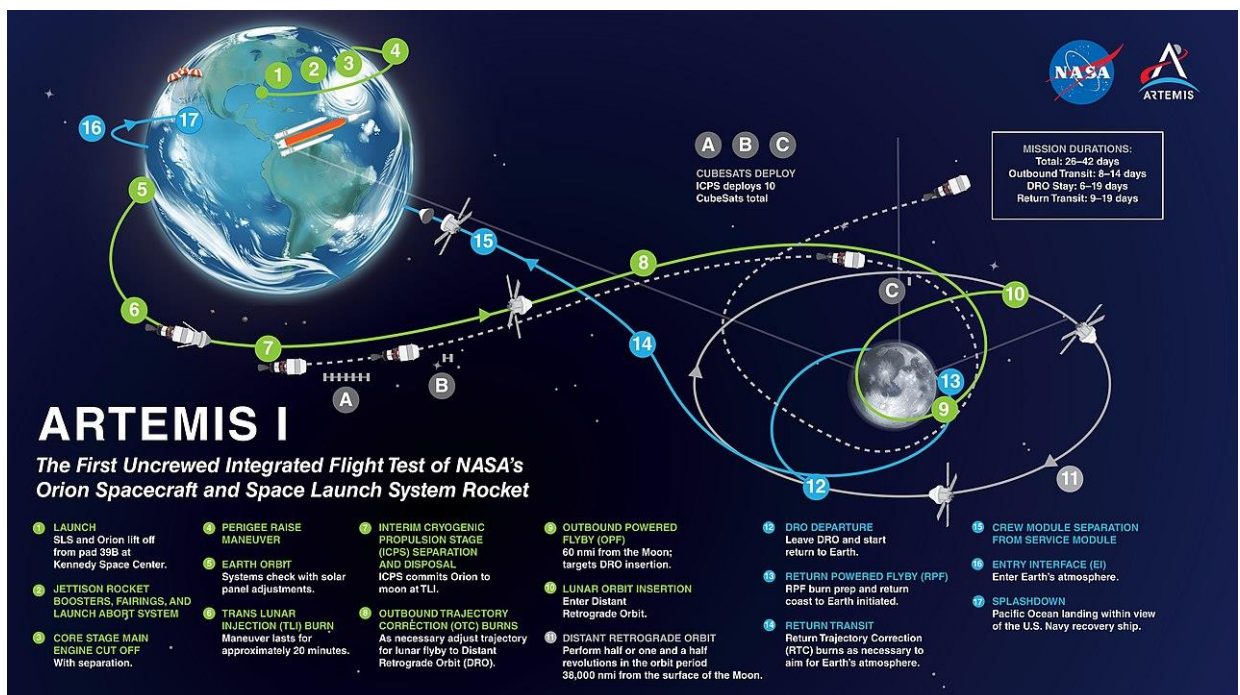
29 августа 2022 года состоялась первая попытка запуска SLS. Ракета была заправлена, но запуск отменили из-за неправильных показаний датчика температуры водорода при захолаживании ракетных двигателей RS-25. Во время второй заправки 3 сентября обнаружилась утечка водорода через быстроразъемное соединение (БРС) и ракету вернули в монтажный корпус.

При подготовке к третьему запуску в конце сентября SLS вернули на стартовую площадку и снова провели тест заправки. Но разразился ураган Иэн и ракету спрятали обратно. В следующий раз SLS вывезли в конце октября и не успели спрятать от быстро набравшего силу урагана "Николь". Ветровые нагрузки превысили допустимые, но ракета устояла. И, наконец, благополучно стартовала ночью 16 ноября! Верхняя ступень ракеты ICPS вышла на околоземную промежуточную орбиту, где были развернуты солнечные батареи "Ориона". Через полтора часа ICPS отправилась к Луне со своей полезной нагрузкой по программе Artemis I.



Выведение Artemis I

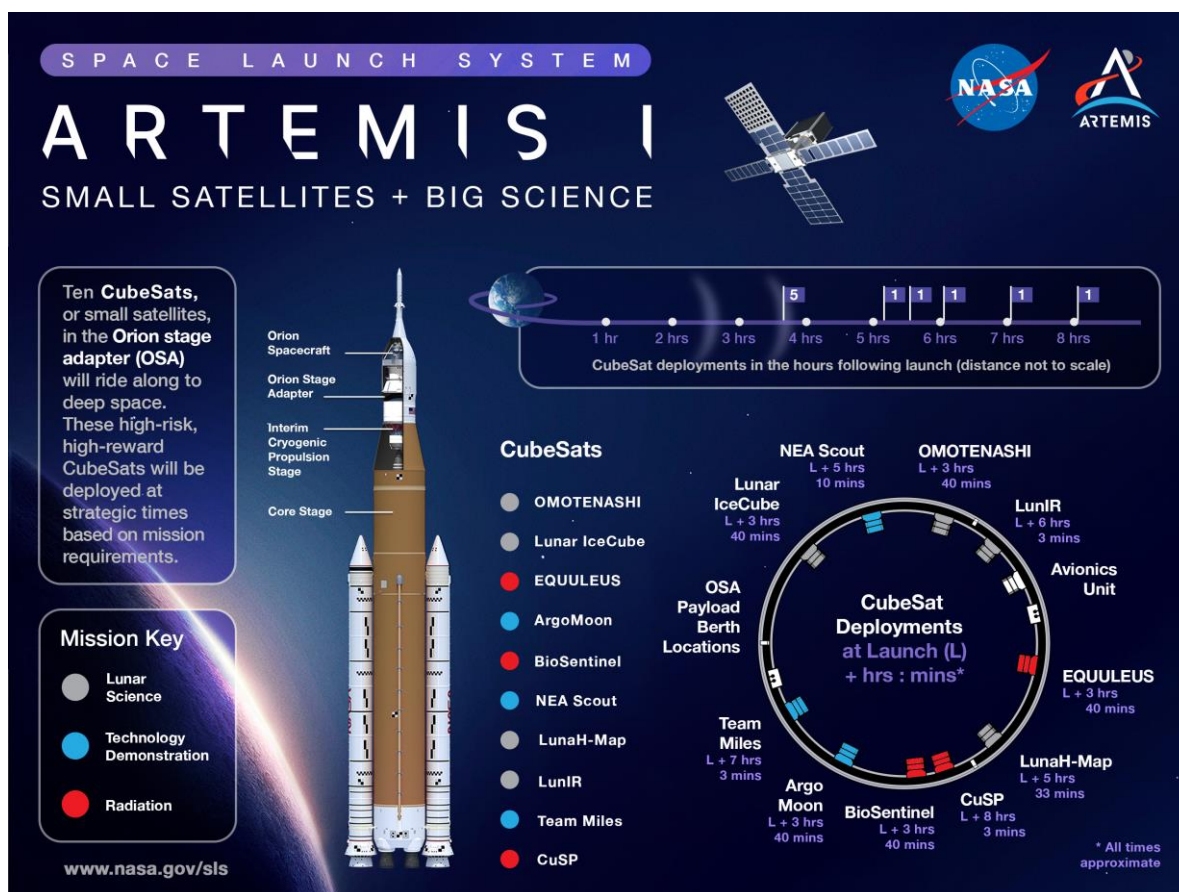
В своем первом запуске ракета SLS вывела корабль Orion, который должен пролететь в 97 км от поверхности Луны и выйти на т.н. дальнюю ретроградную орбиту (DRO - Distant Retrograde Orbit) - стабильную орбиту, расположенную на высоте около 38 тыс. км от поверхности Луны.



Программа полета Artemis I

Высокая орбита выбрана, исходя из возможностей двигательной установки корабля, которая не обладает достаточным запасом топлива для выхода на низкую окололунную орбиту и возвращения с нее к Земле. Поэтому "Орион" только приблизится к Луне для совершения гравитационного маневра, а затем отправится на DRO. Проведя на этой орбите около 6 дней, он снова подлетит близко к Луне и стартует оттуда к Земле, чтобы приводниться в Тихом Океане. Вся программа испытательного полета рассчитана на 26 дней.

Вместе с тяжелым "Орионом" к Луне отправились 10 кубсатов - легких спутников, предназначенных для решения различных задач по исследованию Луны.



Наноспутники Artemis I

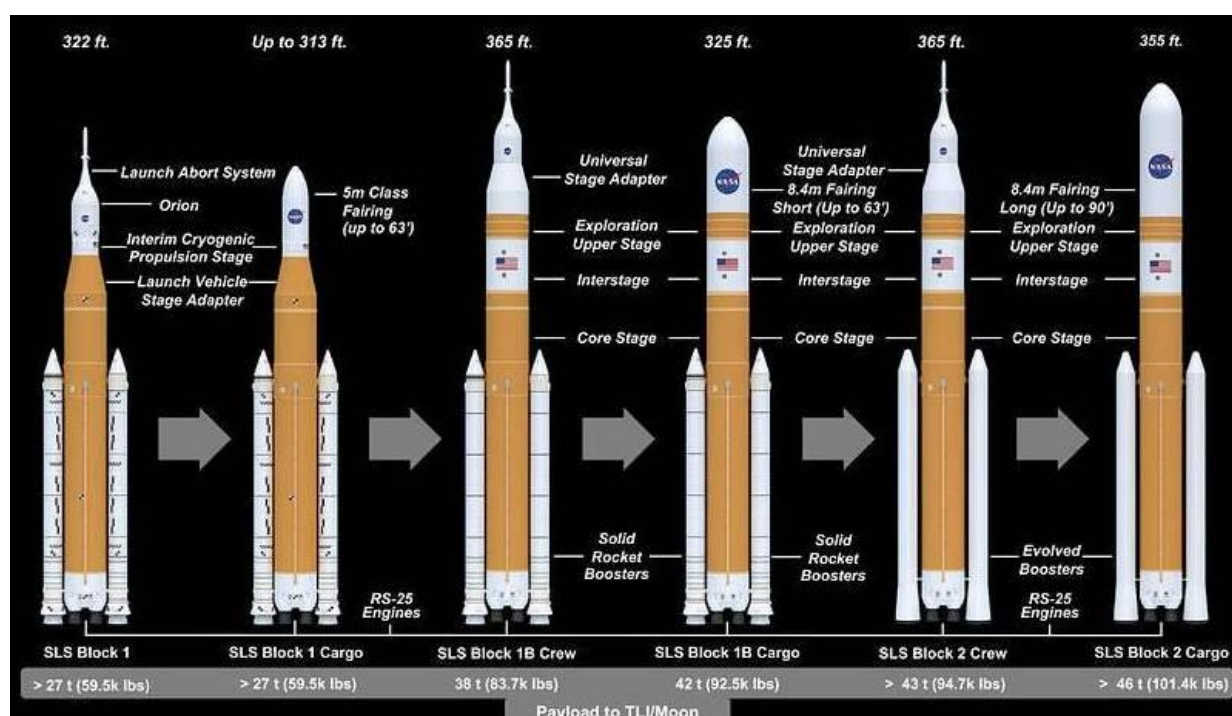
Еще один наноспутник - CAPSTONE уже прилетел к Луне самостоятельно, чтобы исследовать еще одну интересную орбиту, которую НАСА выбрало для лунной орбитальной станции LOP-G.

Критика SLS и значение SLS для освоения Луны и дальнего космоса

Как и любая результативная программа, SLS подвергается критике. Отчасти это критика обоснована дороговизной и растянутыми сроками исполнения программы. Несмотря на все меры по удешевлению проекта, подрядчики НАСА сумели выжать из нее для себя максимум. Запуск SLS без учета стоимости разработки оценивается в 2 млрд долларов США, что очень много.

Тем не менее, у SLS есть важные достоинства. Прежде всего, это высочайшая надежность технологий шаттлов, обеспечивавших более чем 99% успех выведений на орбиту (134 успешных выведения из 135). При этом, в отличие от шаттлов, SLS имеет систему аварийного спасения экипажа, которая позволяет сохранить жизни астронавтов в том случае, если авария все-таки происходит. По нынешним стандартам НАСА, авария LOCV (Lost of Crew and Vehicle - потеря корабля и экипажа) должна производиться не более, чем в 500 полетах. Именно на такой высокий стандарт надежности, достигнутый при околоземных полетах советских и российских космических кораблей, ориентируется программа "Артемиды".

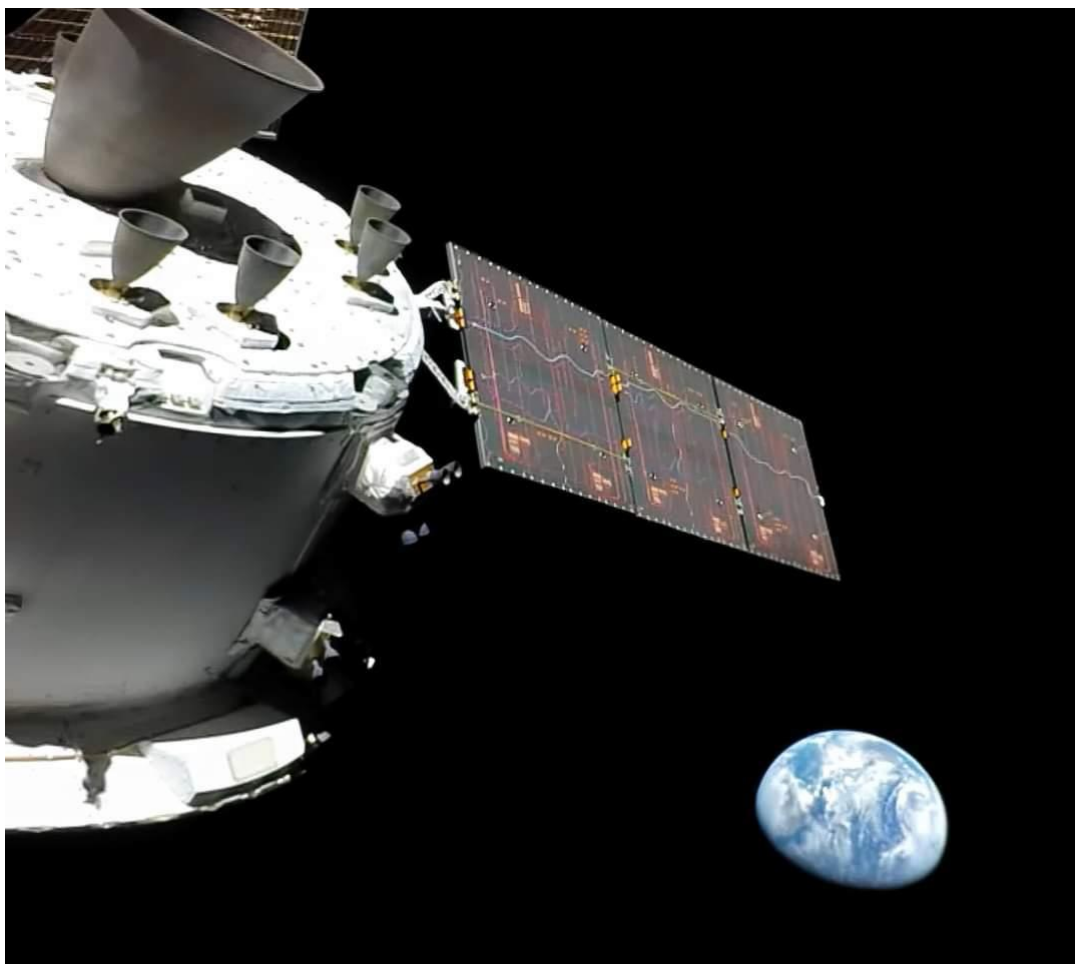
SLS часто сравнивают с ракетой-носителем прошлого Сатурн-5, отмечая большую полезную нагрузку последней - 43.5 тонны на отлетную траекторию к Луне. Действительно, компромиссные решения SLS не позволяют реализовать однопусковую схему лунной экспедиции, и использование этой ракеты-носителя в настоящее время ограничивается полетами к окололунной орбите.



Ракеты SLS Block 1, Block 1B и Block 2

Но нынешняя SLS Block 1 совершит только три полета. Для следующей ее модификации SLS Block 1B вместо ICPS планируется создать тяжелую верхнюю ступень EUS, которая поднимет полезную нагрузку к Луне до 38 тонн в пилотируемом варианте SLS Block 1B Crew и до 42 тонн в грузовом варианте SLS Block 1B Cargo.

Программа SLS обеспечена ракетными двигателями шаттлов на 4 полета и ракетными ускорителями шаттлов на 8 полетов, после чего будет организовано производство новой техники для более производительной ракеты SLS Block 2. Замена модернизированных шаттловских RS-25D на вновь производимые и более мощные RS-25E, а также создание новых твердотопливных ускорителей Advanced Boosters поднимет стартовую тягу до 4200 тонн. Полезная нагрузка SLS Block 2 Crew вырастет до 43 тонн и SLS Block 2 Cargo - до 46 тонн.



Земля из космоса, миссия Artemis I

Ну а ближайшие планы использования SLS Block 1 предусматривают пилотируемый облет Луны по программы Artemis II в мае 2024 года и высадку двух астронавтов на поверхности Луны по программе Artemis III в 2025 году. Отметим, что для программы Artemis III потребуется лунный лэндер Starship HLS (Human Landing System), создание которого поручили амбициозному Илону Маску. В этом лунном проекте пока нет ничего конкретного, кроме картинок весьма затратного шестипуска метановой ракеты, которая вдвое превосходит SLS по стартовой массе.

Нынешняя SLS Block 1 использует б/у компоненты частично многоразового "шаттла", в то время как Маск делает ставку на новые и полностью многоразовые средства выведения на околоземную орбиту.

В силу высокой сложности стоящей перед SpaceX задачи мы не думаем, что увидим американский флаг на Луне к назначенному сроку в 2025 году. Но дорога к окололунной орбите открывается прямо сейчас - в этом заключается значение первого испытательного полета SLS.

О российских планах исследования Луны

В Советском Союзе сверхтяжелая ракета класса SLS была создана на 35 лет раньше американской. Речь идет о ракете-носителе "Энергия", которая совершила свой первый испытательный полет в 1987 году. В отличие от SLS, эта ракета использовала более эффективные керосиновые ускорители и должна была стать частично многоразовой. Но после распада СССР программа испытаний советской сверхтяжелой ракеты была закрыта,

а накопленный задел был уничтожен в 2002 году при обрушении крыши монтажно-испытательного корпуса на космодроме Байконур.

Зачем мы об этом вспоминаем? В настоящее время лунные амбиции России связаны исключительно с возобновлением программы полетов автоматических станций "Луна" - осуществление которых многократно откладывается из-за неготовности первого аппарата Луна-25:

Космические гонки XX и XXI века, часть 6: возвращение на Луну

Сейчас разговоры идут о предположительном запуске Луны-25 в июне 2023 года. Вероятно, это правильно - изучать Луну легкими АМС, не вкладываясь в создание сверхдорогих сверхтяжелых ракет и пилотируемых космических кораблей нового поколения. Для организации пилотируемых лунных экспедиций важно правильно выбрать направление работы и рационально распорядиться бюджетом, который аккумулируется лишь в некоторых наиболее богатых странах. Но хорошо, что Луну можно изучать различными средствами - от сверхлегких наноспутников до сверхтяжелых ПТК и достижения каждой страны войдут в актив всего человечества.