

Ракеты-носители

США*

Поступила в редакцию 11.10.99

Розглядається парк космічних транспортних засобів США, історія їхнього розвитку, сучасний стан і перспективи. Приводяться деякі основні характеристики.

Освоение космического пространства в США началось с запуска искусственного спутника Земли «Эксплорер», выведенного на орбиту 31 января 1958 г. ракетой-носителем (РН) «Джуно-1». Затем последовали запуски «Авангард» и «Джуно-2». Ракета-носитель «Авангард» создавалась на базе баллистической ракеты «Редстоун», «Джуно-2» представляла собой модификацию армейской баллистической ракеты средней дальности «Юпитер».

РН «Авангард» (первый запуск — 15.03.58 г.) явилась важным этапом в развитии ракетной техники США. Впервые в США была спроектирована и создана специально для вывода ИСЗ первая трехступенчатая ракета с автономной системой управления. Она дала богатый научно-технический опыт и явилась конструктивной основой для ряда последующих типов РН — модернизированные варианты первой и второй ступеней в дальнейшем использовались для верхних ступеней РН семейства «Торад-Дельта» и «Скаут».

Низкая надежность РН «Авангард» не позволила использовать ее для запусков космических объектов, хотя по конструктивному уровню она стояла значительно выше, чем созданная по срочному заказу РН «Джуно». Дальнейшего развития эти программы не получили, и запуски РН этих семейств в начале 1960-х годов были прекращены. Им на смену пришли более мощные семейства РН: «Атлас» и «Тор», а несколько позже — РН «Титан».

РН «Атлас» и «Титан» в различных модификациях находятся в эксплуатации до настоящего времени. РН «Тор» после некоторых запусков ряда ее модификаций была существенно доработана, получила название «Тор-Дельта» («Дельта-1904») и стала основой большой серии РН «Дельта», которые также находятся в эксплуатации до настоящего времени.

Изменение грузопотока в конце 1970-х — начале 1980-х гг., которое заключалось в появлении большого числа ИСЗ с высокими рабочими орбитами (синхронными, солнечно-синхронными и геостационарной), потребовало наращивания энергетических способностей РН, что было достигнуто за счет установки на них верхних ступеней («Аджена», «Центавр», «Транстейдж» и т. д.). При этом было предусмотрено, что эти ступени могут быть использованы в сочетании с различными базовыми РН. Так появились РН «Титан-Центавр», «Атлас-Аджена», «Атлас-Центавр» и т. д.

Основные семейства РН в США развивались преимущественно путем расширения состава и улучшения характеристик верхних ступеней, а также применения стартовых ускорителей, необходимость чего объясняется увеличением стартовой массы при установке более массивных и энергоемких верхних ступеней. Первые ступени, как правило, оставались без изменений.

Показательным в этом смысле является семейство РН «Титан». На базе двухступенчатой межконтинентальной баллистической ракеты, дооснащенной различными верхними ступенями («Аджена», «Транстейдж», «Центавр») и стартовыми ускорителями, был получен ряд РН средней грузоподъемности, которые широко использовались для запусков военных и гражданских полезных нагрузок. Новый ее вариант РН «Титан-4» является носителем тяжелого класса и эксплуатируется в настоящее время.

Особое место в ряду американских ракет-носителей занимают РН «Сатурн-IV» и «Сатурн-5», которые создавались не на базе баллистических ракет, а специально разрабатывались для реализации программы пилотируемых полетов на Луну. При этом на РН «Сатурн-IV» практически шла отработка новых технологий, в первую очередь кислородно-

* Обзор подготовлен в КБ «Южное» по материалам изданий: «Аэрокосмос» (1997—1999), «Ракетно-космическая техника» (1996—1999), «Новости космонавтики» (1997—1999), а также БИНТИ-1, ЗККС, «Теле-Спутник», «Армейский сборник», «Итоги науки и техники ВИНТИ».

водородных жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), а на РН «Сатурн-5» было возложено выведение на орбиту лунного комплекса, а впоследствии — орбитальной космической станции «Скайлэб». Отсутствие к моменту завершения программы пилотируемых полетов на Луну других программ, требующих выведения на орбиту больших грузов, повлекло за собой свертывание производства этих уникальных РН грузоподъемностью около 130 т на низкую околоземную орбиту.

Значительным шагом в создании транспортных космических систем была разработка многоразового транспортного корабля (МТКК) «Спейс Шаттл» — первого космического средства выведения с повторно используемыми элементами. Ввод его в эксплуатацию открыл новые возможности для ракетно-космической техники. Одна из них — это возвращение на Землю отказавших космических объектов, что весьма перспективно при их возрастающих сложности и стоимости.

В конце 1980-х годов в области средств выведения полезной нагрузки в космос возникло некоторое противоречие между необходимостью оперативной доставки на околоземные орбиты малогабаритных разведывательных, связных, коммерческих и других спутников и экономической целесообразностью использования для этих целей как традиционных одноразовых РН средней грузоподъемности, так и МТКК «Спейс Шаттл». Катастрофа МТКК «Спейс Шаттл» в 1986 г. не только привела к более чем двухлетнему перерыву в полетах и дальнейшему снижению темпов эксплуатации системы, но и поставила под угрозу выполнение всей национальной космической программы США. Такое положение явилось результатом недальновидной стратегии развития транспортной космической системы США, вследствие которой реализация основных задач освоения околоземного космического пространства была возложена только на МТКК «Спейс Шаттл», а дальнейшее развитие РН одноразового применения не предусматривалось.

Поэтому в конце 1980-х гг. объективной необходимостью стала разработка нового малогабаритного экономичного средства доставки, обеспечивающего оперативное выведение на орбиты небольших объектов при пуске из различных районов земного шара. При изучении концепции новых средств доставки полезной нагрузки в космос специалисты США особое внимание обратили на возможность применения ракеты, запускаемой в воздухе с самолета-носителя. В апреле 1990 г. был успешно осуществлен первый испытательный пуск РН «Пегас», запускаемой с самолета-носителя. В настоящее время парк транспортных систем выведения США

включает РН различных классов:

- РН сверхлегкого класса — «Пегас-XL», «Атена»;
- РН легкого класса — «Таурус», «Атена-2», «Канестога»;
- РН среднего класса — «Дельта-2-7325», «Дельта-2-7425»;
- РН промежуточного класса — «Дельта-2-7925», «Дельта-3», «Дельта-4М», «Атлас-2А», «Атлас-2AS», «Атлас-3А», «Атлас-5»;
- РН тяжелого класса — «Атлас-3В», «Дельта-4М+4.2», «Дельта-4М+5.2», «Дельта-4М+5.4»;
- РН сверхтяжелого класса — «Титан-4А», «Титан-4В», «Дельта-4», МТКК «Спейс Шаттл».

Некоторые основные характеристики данных РН представлены в таблице.

РН «ПЕГАС»

РН «Пегас» разработана корпорацией «Орбитал Сайенсиз» совместно с фирмой «Геркулиз Аэроспейс» в течении двух лет. Она представляет собой систему воздушного базирования: старт осуществляется с борта самолета на высоте 12 км. Эта РН предназначена для выведения на орбиты малых космических аппаратов. Запуск ракеты с самолета-носителя позволяет обеспечить возможность широкого маневра азимутами пуска, а значит и возможными наклонениями орбит, независимо от точки пуска. Самолет-носитель может взлететь практически с любого аэродрома. Чтобы вывести полезную нагрузку на экваториальную орбиту, ему достаточно выйти в район экватора. Это немаловажное достоинство для тех стран, которые не располагают космодромами в районе экватора. Использование самолета-носителя устраняет необходимость в дорогостоящих стартовых комплексах с большим количеством обслуживающего персонала. Немаловажным фактором является и сравнительно большая безопасность пуска ракеты в воздухе, поскольку отделение ракеты от самолета-носителя может производиться над акваторией океана вдали от населенных районов. Установка ракеты на самолет-носитель перед вылетом занимает 1-2 ч. Общая численность персонала стартового расчета для обслуживания РН «Пегас» составляет 6-10 человек.

РН «Пегас» выполняется по трехступенчатой схеме. На всех ступенях устанавливаются твердотопливные ракетные двигатели (РДТТ) фирмы «Геркулиз Аэроспейс». РН «Пегас» может оснащаться дополнительной (четвертой) жидкостной ступенью HAPS (Hydrazine Auxiliary Propulsion System), уве-

Основные характеристики РН США

Ракета-носитель	Фирма-разработчик	Стартовый вес, т	Количество ступеней	Вес выводимой ПН, кг		Состояние
				низкая орбитальная	геостационарная орбита	
«Пегас-XL»	«Орбитал Сайенсиз»	22.5	3	430	—	В эксплуатационном состоянии. В составе РН может использоваться четвертая ступень (HAPS)
«Атена-1»	«Локхид Мартин»	66.5	2	700	—	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск (15.08.95) был неудачным
«Атена-2»	«Локхид Мартин»	127	3	1450	—	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск произведен 06.01.98
«Таурус»	«Орбитал Сайенсиз»	73	4	1300	—	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск произведен 13.03.94
«Дельта-2» (7325)	«Боинг»	152	2	2700	950	Первый запуск планировался на конец 1998 г. — начало 1999 г.
«Дельта-2» (7425)	«Боинг»	166	2	3100	1100	Первый запуск планировался на конец 1998 г. — начало 1999 г.
«Дельта-2» (7925)	«Боинг»	232	2	5141	1870	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск произведен 14.02.89
«Дельта-3»	«Боинг»	300	2	8300	3810	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск (26.08.98) был аварийным
«Дельта-4М»	«Боинг»	250	2	—	3900	Разрабатываемая
«Дельта-4М+4.2»	«Боинг»	270	2	9000	5300	Разрабатываемая
«Дельта-4М+5.2»	«Боинг»	270	2	7800	4350	Разрабатываемая
«Дельта-4М+5.4»	«Боинг»	300	2	10300	6120	Разрабатываемая
«Дельта-4»	«Боинг»	670	2	20500	13000	Разрабатываемая
«Атлас-2А»	«Локхид Мартин»	187	2	7300	3070	Первый запуск произведен 10.06.92
«Атлас-2AS»	«Локхид Мартин»	234	2	8600	3720	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск произведен 15.12.93
«Атлас-3А»	«Локхид Мартин»	221	2	8600	4050	Первый запуск планировался на июль 1999 г. В дальнейшем был отложен
«Атлас-3В»	«Локхид Мартин»	225	2	—	4500	Разрабатываемая
«Титан-4А»	«Локхид Мартин»	864	3	17000	6350	Первый запуск был осуществлен 14.06.89. Последний — 13.08.98
«Титан-4В»	«Локхид Мартин»	940	3	—	—	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск был произведен 23.02.97
МТКК «Спейс Шаттл»	«Боинг»	2000	2	21500	—	В эксплуатационном состоянии. Первый запуск произведен 12.04.81
«Канестога-1620»	«EER Системс»	87.5	3	900	—	Первый пуск осуществлен 23 октября 1995 г.

личивающей грузоподъемность ракеты примерно на 10 %. Эта ступень использовалась при втором запуске ракеты «Пегас» и предназначалась для повышения точности разведения выводимых микроспутников. Для улучшения технико-эксплуатационных характеристик РН «Пегас» корпорация «Орбитал Сайенсиз» осуществляла работы по ее модернизации. В настоящее время создана РН «Пегас-XL», отличающаяся от базовой модели удлиненными первой и второй ступенями.

Первый запуск РН «Пегас-XL» состоялся 27 июня 1994 г.

РН СЕМЕЙСТВА «АТЕНА»

В рамках программы «Атена» компания «Локхид Мартин» создала семейство РН, обеспечивающих

выведение КА сверхлегкого и легкого классов. При создании РН «Атена» (первоначальное наименование LLV, MLLV) компания ограничилась использованием имеющихся дешевых технических решений, блоков и материалов, за исключением новой и более совершенной электроники. В составе РН «Атена» используется твердотопливный двигатель «Кастор-120» фирмы «Тиокол Пропалшен». Этот двигатель был создан на базе РДТТ первой ступени МБР МХ. Он может использоваться либо как первая или вторая ступень, либо как навесной стартовый ускоритель. Семейство РН «Атена» включает РН «Атена-1» и «Атена-2».

РН «Атена-1» представляет собой сборку твердотопливных двигателей «Кастор-120» (первая ступень) и «Орбус-21D» фирмы «Пратт энд Уитни» (вторая ступень). В качестве верхней (третьей) ступени используется доводочная ступень ОАМ

(Orbit Adjust Module). РН «Атена-2» использует двигатели «Кастор-120» на первой и второй ступенях и «Орбус-21D» на третьей ступени. РН «Атена-2» оснащается также доводочной ступенью ОАМ (четвертая ступень).

Первый запуск РН «Атена-1» (под обозначением LLV-1) был осуществлен 15 августа 1995 г. Первый запуск РН «Атена-2» состоялся 7 января 1998 г. При этом запуске была выведена автоматическая межпланетная станция «Лунар Проспектор». Запуски РН семейства «Атена» осуществляются с авиабазы ВВС Ванденберг и мыса Канаверал. На середину 2000 г. запланирован запуск с космодрома на о. Кодьяк (штат Аляска).

РН «ТАУРУС»

РН «Таурус» была разработана фирмой «Орбитал Сайенсиз» по контракту, заключенному в 1986 г. с Управлением перспективных исследований Министерства обороны (DARPA) на создание стандартного малого носителя (SSLV — Standart Small Launch Vehicle). РН предназначена для выведения на орбиту легких КА. Среди требований, выработанных DARPA к этой транспортной системе, указывались мобильность системы (обеспечение возможности транспортировки РН и стартового оборудования автодорожными и авиационными средствами), установка РН на пусковом устройстве и проведение предстартовых операций в течение не более пяти дней, осуществление старта ракеты в течение 72 ч после принятия решения на запуск. РН «Таурус» относится к новому поколению РН, запуск которых может осуществляться из любой заданной точки при минимальном количестве обслуживающего персонала.

Высокие характеристики РН достигнуты за счет применения перспективных двигателей, конструкционных материалов и электронных схем. РН «Таурус» состоит из четырех твердотопливных ступеней. Первая ступень представляет собой двигатель «Кастор-120». Вторая, третья и четвертая ступени являются соответственно первой, второй и третьей ступенями РН «Пегас».

Первый запуск РН «Таурус» состоялся 13 марта 1994 г. со стенда на базе ВВС Ванденберг. РН вывела на орбиту два военно-исследовательских КА STEP-O и DARPA-SAT. В феврале 1998 г. состоялся запуск усовершенствованной РН «Таурус-2210». При этом запуске использовался головной обтекатель большого диаметра. Для размещения совместно с основной ПН двух дополнительных КА использовался адаптер DPAF (Dual Payload Attach

Fitting). Запуски РН «Таурус» осуществляются с авиабазы ВВС Ванденберг, а также с мыса Канаверал и полигона НАСА на о. Уоллопс.

РН СЕМЕЙСТВА «КАНЕСТОГА»

РН «Канестога» создана фирмой «Спейс Сервисиз». В рамках этой программы было создано несколько моделей РН. Первый вариант этой РН — «Канестога-1» после пяти лет отработки так и не вышел на этап эксплуатационных полетов. Был осуществлен только демонстрационный полет (9 сентября 1982 г.). Поскольку запуск прошел успешно, фирма уже через два года могла бы осуществлять коммерческие запуски РН семейства «Канестога». Однако подготовленные фирмой проекты РН не нашли финансовой поддержки. В 1990 г. находящаяся в сложном финансовом положении фирма «Спейс Сервисиз» была приобретена компанией «EER Системз», которая стала ответственной за РН «Канестога» и продолжила их разработку.

РН семейства «Канестога» включают РН «Канестога-1620, -1229, -1610, -1220, -1979». Все модели РН «Канестога» комплектуются из типовых ракетных блоков с РДТТ «Кастор» фирмы «Тиокол», установленных по пакетной схеме. В качестве верхней ступени используются РДТТ «Стар-37F, -48V, -63F» фирмы «Тиокол». Первый запуск РН «Канестога» осуществлен 23 октября 1995 г. При этом запуске использовалась модель «Канестога-1620». Запуск был аварийный. Второй запуск РН «Канестога» модели 1229 фирма «EER Системз» планировала осуществить во второй половине 1998 г. Однако по состоянию на июль 1999 г. запуски РН «Канестога» не проводились.

РН СЕМЕЙСТВА «ДЕЛЬТА»

Разработкой РН «Дельта» занималась компания «Мак-Доннел Дуглас». В 1997 г. компания «Мак-Доннел Дуглас» была приобретена компанией «Боинг», которая в настоящее время отвечает за РН «Дельта». Эксплуатация РН семейства «Дельта» началась 13 мая 1960 г., когда состоялся первый пуск новой РН, разработанной для выведения на орбиту связанных спутников «Эхо».

С момента первого запуска происходит постоянное совершенствование РН в соответствии с потребностями транспортных операций. Были созданы различные модификации РН «Дельта»: «Дельта-1904, -2914, -А, -3914, -3920, -4920, -5920» и др. Эксплуатация этих РН завершена.

В 1986 г. ВВС США объявили конкурс MLV-1 (Medium Launch Vehicle — ракета-носитель среднего класса) с целью выбора средств выведения спутников «Навстар». В рамках этого конкурса был представлен проект РН «Дельта-2», который был признан лучшим. По контракту с ВВС были созданы две модели РН «Дельта-2». Модель 6925 была предназначена для выведения на орбиту первых девяти спутников «Навстар», модель 7925 — последующих одиннадцати. Кроме того, были созданы модели РН «Дельта-2» для выведения на орбиту американских и международных коммерческих полезных нагрузок, а также ИСЗ, принадлежащих НАСА. В настоящее время различные модели РН «Дельта-2» обеспечивают выведение ПН на орбиту.

В штатном варианте трехступенчатая РН «Дельта-2» (модель 7925) комплектуется девятью ускорителями GEM-40 фирмы «Эллайнт Тексистемз». Первая ступень оснащается ЖРД RS-27A фирмы «Рокетдайн», работающем на смеси жидкого кислорода и керосина RP-1. Вторая ступень оснащается двигателем AJ10-118K фирмы «Аэроджет», использующем в качестве компонентов топлива аэрозин-50 и четырехокись азота. Третья ступень оснащается твердотопливным двигателем «Star-48» фирмы «Тиокол». В зависимости от задачи полета РН «Дельта-2» может оснащаться тремя или четырьмя твердотопливными ускорителями (модели 7325 и 7425 соответственно). Первый запуск РН «Дельта-2» был осуществлен в 1989 г.

В связи с возросшими потребностями в предоставлении услуг по средствам и тенденции к созданию более тяжелых спутников связи, обладающих большими возможностями, компанией «Боинг» была создана двухступенчатая РН «Дельта-3». В качестве маршевого двигателя первой ступени используется ЖРД RS-27A. Однако изменены габариты топливного бака горючего — уменьшена длина и увеличен диаметр (с 2.4 до 3.99 м). В результате этого была несколько изменена конфигурация верхней части первой ступени в целях облегчения ее интеграции с совершенно новой второй ступенью РН «Дельта-3». В качестве второй ступени используется криогенная ступень с кислородно-водородным двигателем RL10B-2. На двигателе используется раздвижное сопло фирмы SEP. В составе РН «Дельта-3» используются девять твердотопливных ускорителей GEM-46 большей размерности, чем GEM-40 на РН «Дельта-2». Несмотря на существенные отличия, новая РН имеет высокий уровень унификации с РН «Дельта-2» — ЭВМ наведения и большая часть бортового радиоэлектронного оборудования используются с РН «Дельта-2». Первый запуск РН «Дельта-3» состоялся 27 августа 1998 г.

Полезной нагрузкой при этом запуске являлся спутник «Гэлакси-10» корпорации «Панамсат». Запуск окончился аварией. Второй запуск РН «Дельта-3» со спутником связи «Орион-3» состоялся 5 мая 1999 г. и был успешным. Однако не состоялось повторное включение двигателя второй ступени, и спутник был выведен на нерасчетную орбиту.

В настоящее время компания «Боинг» располагает заказами на выведение ракетами «Дельта-3» 17 спутников связи (12 спутников фирмы «Хьюз» и пять — фирмы «Лорал») на общую сумму 1.5 млрд. дол. РН «Дельта-3» рассматривается компанией «Боинг» как переходной шаг от ракеты «Дельта-2» к «Дельта-4», создаваемой в рамках программы EELV (Evolved Expendable Launch Vehicle).

РН семейства «Дельта-4» включают три модели: легкого («Дельта-4S»), среднего («Дельта-4M») и тяжелого («Дельта-4H») классов. РН семейства «Дельта-4» строятся по модульному принципу. Все модели используют общий центральный блок СВС (Common Booster Core), оснащенный кислородно-водородным двигателем RS-68 фирмы «Рокетдайн». В качестве верхних ступеней всех моделей используются вторые ступени РН «Дельта-2» и «Дельта-3». РН «Дельта-4», создаваемые по программе EELV, будут использоваться для выведения полезных нагрузок по программам Министерства обороны. В целях расширения возможностей по выведению КА среднего класса компания «Боинг» рассматривает варианты оснащения РН «Дельта-4M» двумя или тремя твердотопливными ускорителями GEM-60 фирмы «Эллайнт Тексистемз». Эти модели получили обозначение «Дельта-4M+4.2», «Дельта-4M+5.2» и «Дельта-4M+5.4». Эти РН рассчитаны на коммерческое применение. Первый коммерческий запуск РН «Дельта-4» запланирован на 2001 г., выведение полезных нагрузок по правительственным программам запланировано на 2002—2006 гг. Запуски РН семейства «Дельта-4» будут осуществляться с мыса Канаверал и авиабазы ВВС Ванденберг.

РН СЕМЕЙСТВА «АТЛАС»

РН семейства «Атлас» свои первые полеты осуществила в 1957 г. как межконтинентальная баллистическая ракета, а в дальнейшем она была модифицирована для обеспечения выведения ПН на геоцентрическую орбиту. Эта ракета создана компанией «Дженерал Дайнемикс». На базе МБР «Атлас» была создана ступень SLV-3D (Standardized Launch Vehicle), которая являлась базовым элементом для различных ПН, например, «Атлас-Адже-

на», «Атлас-Эйбл», «Атлас-Центавр». Энергетические характеристики ступени SLV (МБР «Атлас») при комплектации небольшим разгонным блоком позволяли выводить на низкие околоземные орбиты ПН массой до полутора тонн. Поэтому модифицированные варианты снятых с вооружения баллистических ракет стали применяться в качестве средств выведения космических объектов. С помощью РН «Атлас-D» в начале 1960-х годов были осуществлены первые пилотируемые полеты по программе «Меркурий». Ракеты, получившие обозначение «Атлас-E, F, H», использовались ВВС для запуска военных аппаратов.

В 1962 г. была начата эксплуатация РН «Атлас-Центавр». В качестве первой ступени использовалась ступень SLV-3D. Второй ступенью «Атлас-Центавр» является жидкостный разгонный блок «Центавр». За более чем 35 лет эксплуатации РН «Атлас-Центавр» было выведено на орбиту 68 космических аппаратов. Последний запуск РН «Атлас-Центавр» проведен в 1989 г.

На базе РН «Атлас-Центавр» была создана РН «Атлас-1». Первый запуск этой РН состоялся 25 июля 1990 г. Программа «Атлас-1» была рассчитана на 18 запусков. Но немного позднее компанией «Дженерал Дайнемикс» был выигран контракт ВВС США на создание универсального носителя — Medium Launch Vehicle II. В качестве носителя по проекту MLV II уже предлагалось использовать РН «Атлас-2», поэтому программа «Атлас-1» была сокращена до 11 запусков. Из них три были неудачными.

РН «Атлас-2» создавалась как более мощная версия носителя «Атлас». По сравнению с РН «Атлас-1» были увеличены твердотопливные ускорители, установлены более мощные маршевые двигатели. Также был модифицирован разгонный блок «Центавр», который был увеличен в размерах и оснащен более мощными двигателями RL10A-3-3A фирмы «Пратт энд Уитни». Первый запуск РН «Атлас-2» состоялся 7 декабря 1991 г. В 1987 г. было принято решение о коммерческой эксплуатации носителей семейства «Атлас». Специально для этого была создана двухступенчатая РН «Атлас-2А». Первая ступень оснащается двигателем MA-5 фирмы «Рокетдайн», вторая ступень — двумя ЖРД RL10A-4-1 фирмы «Пратт энд Уитни». Первый запуск РН «Атлас-2А» состоялся 9 июня 1992 г. Для выведения на геостационарную орбиту более тяжелых спутников была создана модификация РН «Атлас-2AS», отличающаяся от РН «Атлас-2А» наличием четырех твердотопливных ускорителей. Первый запуск РН «Атлас-2AS» состоялся 15 декабря 1993 г. Разные модификации РН «Атлас-2»

находятся в эксплуатации в настоящее время.

После того как в 1994 г. компания «Мартин Мариетта» приобрела компанию «Дженерал Дайнемикс», а немного позднее произошло объединение «Мартин Мариетта» и «Локхид Корпорейшен», распорядиться носителем «Атлас» стала новая компания — «Локхид Мартин Корпорейшен». В апреле 1998 г. компания «Локхид Мартин Корпорейшен» объявила о своих планах создания нового семейства РН, получившего обозначение «Атлас-3» и включающего РН «Атлас-3А» и «Атлас-3В». Первая ступень РН «Атлас-3А» оснащается российским кислородно-керосиновым двигателем РД-180. В качестве второй ступени используется криогенный разгонный блок «Центавр» с двигателем RL10A-4-1. На базе «Атлас-3А» компания «Локхид Мартин» проектирует ракету «Атлас-3В». Ее основным отличием от базовой модели станет верхняя ступень «Центавр», которая будет оснащаться двумя двигателями RL10A-4-2, а также топливными баками увеличенного объема. Первый запуск РН «Атлас-3В» может состояться в середине 2000 г. Первый запуск РН «Атлас-3А» был запланирован на 15 июня 1999 г. Однако в дальнейшем запуск был отменен.

Следующей РН в серии «Атлас» должно стать семейство РН «Атлас-4», оно создается в рамках программы EELV. Основным элементом РН «Атлас-4» является типовой центральный блок Common Core Booster (CCB) с лицензированным российским двигателем РД-180. РН семейства «Атлас-4» включает РН среднего и тяжелого классов. Поскольку РН «Атлас-4» создается на государственные деньги, она не может использоваться для коммерческих запусков. К тому же семейство этих РН разрабатывается под определенные полезные нагрузки Министерства обороны, порой значительно отличающиеся от тех, которые сейчас существуют или планируются для рынка коммерческих грузов. В связи с этим компания «Локхид Мартин» приступила к разработке РН семейства «Атлас-5». Эти РН создаются прежде всего для коммерческого рынка. Они обеспечат выведение на геопереходную орбиту нагрузки массой от 4.1 до 8.2 т. Основным элементом РН семейства «Атлас-5» станет центральный блок CCB, используемый по программе EELV. В качестве второй ступени используется разгонный блок «Центавр» с одним или двумя двигателями RL10A-4-2. Для РН «Атлас-5» используются три типа обтекателей. Из этих элементов планируется собирать РН четырех серий: 300, 400, 500 и HLV (Heavy Launch Vehicle — тяжелый носитель). Первый запуск РН «Атлас-5» 300/400 планируется компанией «Локхид Мартин» на IV квартал 2000 г.

РН СЕМЕЙСТВА «ТИТАН»

Создание ракет семейства «Титан» компании «Мартин Мариетта» началось в 1955 г. с МБР «Титан-1». Позднее была создана МБР «Титан-2», модифицированный вариант которой использовался для запусков космических кораблей «Джемини» и получил название РН «Титан-2-Джемини». По этой программе было выполнено 10 пилотируемых и два непилотируемых космических запуска. Позднее по заказу ВВС США и НАСА была разработана следующая модификация ракеты — «Титан-3». Эта ракета создавалась уже только как космический носитель. В рамках программы «Титан-3» было создано несколько модификаций РН — «Титан-3А, -3В, -3С, -3D, -3Е, -3D».

В конце 1980-х годов в связи со снятием с вооружения МБР «Титан-2» вновь было обращено внимание на возможность использования этой ракеты для выведения полезных нагрузок на низкие околоземные орбиты. Фирма «Мартин Мариетта» подписала с ВВС США контракт, предусматривающий модификацию восьми МБР «Титан-2» в РН, получивших наименование «Титан-2-23G». Первый запуск РН «Титан-2-23G» состоялся 5 сентября 1988 г. Эксплуатация этой РН осуществляется в настоящее время.

В 1985 г. компания «Мартин Мариетта» получила контракт от ВВС США на создание тяжелой РН «Титан-4». Первоначально программа предусматривала создание и запуск 10 носителей, затем она была расширена до 23 запусков. В ноябре 1989 г. был заключен дополнительный контракт еще на 18 запусков. Сейчас компания «Локхид Мартин», которая после объединения «Локхид Корпорейшен» и «Мартин Мариетта» занимается производством РН «Титан», имеет контракт на 41 запуск РН «Титан-4» до 2003 г. РН «Титан-4» (первоначальное наименование «Титан-34D-7») разрабатывалась как дополнение к МТКК «Спейс Шаттл».

В рамках программы «Титан-4» созданы РН «Титан-4А» и «Титан-4В». Базовые (центральные) блоки обеих ракет практически аналогичны; РН «Титан-4В» отличается более мощными ускорителями, усовершенствованной системой прекращения полета (Flight Termination System) и стандартизированными электромеханическими интерфейсами полезного груза. РН «Титан-4А» оснащается семисегментными твердотопливными ускорителями SRM корпорации «Юнайтед Текнолоджиз»; в составе РН «Титан-4В» используются более мощные трехсегментные твердотопливные ускорители SRMU фирмы «Эллайнт Тексистемз». Использование ускорителей SRMU позволило увеличить грузоподъем-

ность РН «Титан-4В» по сравнению с «Титан-4А» на 25 %. Запуски РН «Титан-4В» могут осуществляться с авиабазы ВВС Ванденберг и мыса Канаверал. Эта РН используется, главным образом, для выведения спутников Министерства обороны. Первый запуск «Титан-4А» состоялся 14 июня 1989 г., последний, 22-й, состоялся 13 августа 1998 г. Первый запуск «Титан-4В» состоялся 23 февраля 1997 г. Эксплуатация этой ракеты осуществляется по настоящее время.

МТКС «СПЕЙС ШАТТЛ»

Разработка многоразовой транспортной космической системы (МТКС) «Спейс Шаттл» началась в 1972 г. после трехлетних проектных исследований и рассмотрения различных альтернативных вариантов многоразовых транспортных систем. В результате был принят вариант многоразового транспортного космического корабля (МТКК), состоящего из пилотируемого космического самолета (КС), двух спасаемых твердотопливных ускорителей и подвесного топливного бака.

Первый запуск МТКК (впоследствии МТКС) «Спейс Шаттл» был осуществлен 12 апреля 1981 г. МТКК «Спейс Шаттл» выполнен по двухступенчатой схеме с параллельной работой ступеней. Первой ступенью служат два твердотопливных ускорителя. После отделения на высоте около 40 км ускорители с помощью парашютной системы опускаются в океан, буксируются на плаву на стартовый комплекс и после восстановительного ремонта и снаряжения топливом могут использоваться повторно (расчетный ресурс — 20 полетов). Вторая ступень — космический самолет — пилотируемая орбитальная. Она обладает достаточно высокими аэродинамическими качествами, обеспечивающими «комфортабельные» условия (по перегрузкам и температурам) при входе в атмосферу и возможность продольного и бокового маневра для посадки на космодром. КС оснащается тремя маршевыми ЖДР SSME. Запас топлива для маршевой двигательной установки второй ступени находится во внешнем (подвесном) топливном баке, являющемся единственным элементом МТКС одноразового использования. Топливный бак отделяется от КС при скорости, несколько меньшей орбитальной, и после отделения по баллистической траектории входит в атмосферу, частично разрушается и падает в океан. В составе МТКС до 1986 г. использовались четыре КС — «Колумбия», «Челленджер», «Дискавери», «Атлантис». Затем был создан еще один аппарат — «Индевор».

После катастрофы МТКС «Спейс Шаттл» 28 января 1986 г. (25-й полет) в эксплуатации «Спейс Шаттл» был длительный перерыв, связанный с необходимостью анализа причин катастрофы и внесения соответствующих изменений в его конструкцию. В результате прогара корпуса ускорителя в месте соединения секций произошел взрыв жидкого топлива в подвесном топливном баке, что привело к разрушению КС «Челленджер». Очередной 26-й полет был осуществлен только 29 сентября 1988 г. Основные усилия в процессе доработки МТКС «Спейс Шаттл» после катастрофы были направлены на повышение безопасности полета и коснулись в первую очередь конструкции твердотопливного ускорителя.

В мае 1997 г. Центр Маршалла предоставил фирмам «Боинг» и «Локхид Мартин» контракты по 1 млн. долл., предусматривающие проведение конкурсных исследований облика новых жидкостных возвращаемых ускорителей для МТКС «Спейс Шаттл» вместо твердотопливных. Использование полностью многоразового ускорителя позволит снизить ежегодные затраты на эксплуатацию МТКС на 400—500 млн долл. при повышении безопасности. Применение жидкостных ускорителей позволит повысить эксплуатационную гибкость системы: во-первых, при появлении неисправности при запуске они могут быть выключены, а во-вторых, имеется возможность регулирования тяги. Компанией «Локхид Мартин» разработан также новый сверхлегкий внешний топливный бак SLWT, изготовленный из алюминивно-литиевого сплава, более легкого, чем использовавшийся ранее алюминиевый, но на 30 % более прочного. Баки SLWT на 3400 кг легче, что позволит увеличить грузоподъемность МТКС «Спейс Шаттл» и выводить наиболее тяжелые блоки международной космической станции. Первый такой бак был использован в июне 1998 г. в полете по программе STS-91.

В настоящее время НАСА приступило к подготовке исходных данных для принятия решения о типе новой транспортной системы, которая должна будет сменить МТКС «Спейс Шаттл». По контракту НАСА пять фирм провели независимые исследования под общим названием «Архитектура транспортных космических систем» (Space Transportation Architecture). В работе принимали участие компании «Боинг Спейс энд Коммюникейшенз», «Келлиспейс энд Текнолоджи», «Локхид Мартин Астронотикс», «Орбитал Сайенсиз» и «Спейс Экссес». Эти исследования были завершены в феврале 1999 г. После предварительного изучения представленных фирмами материалов руководство НАСА сделало следующие выводы:

- возможности промышленности не позволят по крайней мере до 2008—2012 гг. создать более эффективную в стоимостном отношении транспортную систему, чем МТКС «Спейс Шаттл».
- НАСА не сможет к установленному президентом сроку (2000 г.) точно определить сроки завершения эксплуатации МТКС «Спейс Шаттл».

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РН

В настоящее время несколько американских фирм осуществляют разработку РН легкого класса, которые могли бы составить конкуренцию корпорации «Орбитал Сайенсиз», эксплуатирующей РН «Пегас» и «Таурус», а также компании «Локхид Мартин» с РН «Атена». Наиболее вероятным соперником этих компаний считается фирма «Кулмен Ризерч», занимающаяся маркетингом израильских ракет. Осенью 1998 г. эта фирма подписала с НАСА контракт на использование трехступенчатых ракет типа LK в рамках программы SELVS-2. В целях повышения энергетических характеристик этих транспортных систем, рассчитанных на выведение на низкую околоземную орбиту полезных грузов массой 900 кг, рассматривается вариант использования в их составе жидкостной четвертой ступени. Разработкой РН легкого класса занимается и компания «Майкрокосм», приступившая к испытаниям двигателя тягой 18 т, а также фирма «Юниверсал Спейс Лайнз», осуществляющая разработку ракеты «Интрепид-1», и фирма «Интер Орбитал Системз», разрабатывающая ракету морского базирования «Поларон». Компания «Бил Аэроспейс Текнолоджиз» занимается разработкой двух жидкостных ракет-носителей семейства ВА, которые позволяют примерно вдвое сократить расходы на выведение полезных грузов в космос. Энергетические характеристики первой РН семейства, получившей обозначение ВА-1, позволят выводить на переходную орбиту полезную нагрузку массой 2.6 т, вторая модель ВА-2 рассчитана на выведение спутников массой 5 т. Первый запуск ракеты ВА-1 предполагается осуществить в 1999 г., а ракеты ВА-2 в 2000 г. с о. Сомбреро в Карибском море.

К началу следующего десятилетия ожидается появление новых многоразовых транспортных космических систем. Фирма «Кистлер Аэроспейс» разрабатывает беспилотный двухступенчатый полностью многоразовый носитель К-1, обеспечивающий выведение на низкую околоземную орбиту спутников массой 5 т. Первый испытательный пуск МТКС К-1 планировалось осуществить в начале 1999 г.

Однако сейчас маловероятно, что запуск произойдет до 2000 г. Компания «Ротари Рокет» осуществляет разработку пилотируемой одноступенчатой МТКС «Ротон». Эта транспортная система рассчитана на выведение на околоземную орбиту высотой 288 км и наклоном 50° полезной нагрузки массой до 3.2 т. Коммерческая эксплуатация МТКС «Ротон» должна начаться в 2000 г. Основными задачами новой транспортной системы должны стать развертывание аппаратов спутниковых систем связи, проведение научных и технологических экспериментов, выполнение на орбите операций по восстановлению работоспособности вышедших из строя космических аппаратов, возвращение их на Землю и т. п. Корпорация «Пайонир Рокетплейн» ведет работы по созданию частично многоразовой транспортной системы «Патфайндер». Новая транспортная система рассчитана на выведение на орбиту высотой 780 км спутников массой 2.92 т, на полярную орбиту — массой 2.2 т. Первый испытательный полет системы намечено провести в начале 2000 г., а начать ее штатную эксплуатацию в конце 2000 г.

Компания «Локхид Мартин» осуществляет работы по созданию коммерческой одноступенчатой МТКС «Венчурстар», рассчитанной на выведение на низкую околоземную орбиту наклоном 28° полезной нагрузки массой 25.3 т, а на орбиту международной космической станции полезной нагрузки массой 11.3 т.

В рамках программы «Венчурстар» компания «Локхид Мартин» ведет разработку экспериментального суборбитального аппарата X-33. Этот аппарат проектируется как демонстрационная масштабная модель МТКС «Венчурстар». Кроме того, аппарат X-33 при комплектации небольшим разгонным блоком может использоваться в качестве

средства выведения космических объектов легкого класса массой до 540 кг. Также изучается возможность применения аппарата X-33 для отработки технологий многоразового космолана военного назначения «Мисп». Первый пуск аппарата X-33 планируется осуществить в середине 2000 г. Окончательное решение о разработке МТКС «Венчурстар» будет принято в 2000 г., а первые ее летные испытания могут состояться не ранее 2004 г.

Существующие РН США характеризуются высокой гибкостью своих функциональных возможностей, способностью адаптироваться к любым требованиям потенциального заказчика. Обеспечение таких возможностей было достигнуто благодаря следующим тенденциям в развитии РН:

- использованию научно-технического, технологического и производственного задела, накопленного при создании ступеней РН, используемых в качестве основы при дальнейших модификациях носителя;
- применению широкой гаммы стартовых ускорителей для обеспечения необходимого уровня энергетики без значительного изменения конструкции базового носителя;
- разработке головных обтекателей нескольких типов, используемых в составе РН в зависимости от выводимой полезной нагрузки;
- применению различных отработанных верхних ступеней (разгонных блоков) РН для максимально быстрого и эффективного решения появляющихся задач.

THE USA ROCKET VEHICLES

We discuss the US fleet of rocket vehicles, the history of their development, the present-day state, and prospects. Some principal characteristics of the vehicles are given.