

Космическая деятельность стран мира в 2023 году

Cosmic activities countries of the world in 2023



А. Б. Железняков,

советник директора – главного конструктора Центрального научно-исследовательского института робототехники и технической кибернетики

✉ zheleznyakov@rtc.ru.

A. B. Zheleznyakov,

Russian State Scientific Center for Robotics and Technical Cybernetics

В статье приведена обобщенная информация о результатах космической деятельности стран мира в 2023 году. Дан анализ изменений, происшедших в течение года, и прогноз развития космонавтики в 2024 году.

The summarized information on results of space activity of the countries worldwide in 2022 is presented in this work. Analysis of the changes within the year and the perspectives of astronautics development in 2023 are given.

Ключевые слова: космонавтика, космодром, телекоммуникации, межпланетные полеты, навигация.

Keywords: astronautics, launch vehicle site, telecommunications, interplanetary flights, navigation.

Минувший год запомнится всем нам, в первую очередь, невиданной доселе пусковой активностью космических держав. «Рокотом космодромов» отметились все страны, кто обладает ракетами, способными доставить полезную нагрузку в космос. В разной степени, конечно, отметились. Кто-то одним единственным пуском, кто-то сотней. Но отметились все. Такое случается не каждый год.

Впервые мировая космонавтика преодолела рубеж в 200 космических стартов. Это больше, чем в любой другой год космической эры. А, учитывая, что рост числа запусков продолжается уже некоторое время и пока не намерен останавливаться, можно уверенно говорить, что мы вышли на новый уровень своего развития.

Пока этот новый уровень проявляется больше количественно, чем качественно. Но лиха беда начало. Тем более, что есть предпосылки качественных изменений. И спасибо за это ушедшему году. Он порадовал нас рядом интересных достижений, которые могут в будущем стать базой для дальнейших изменений.

О некоторых из этих достижений будет рассказано в первом разделе обзора, о других – упомянуто в следующих разделах. Но тут главное не отдельные свершения. Тут важна тенденция. А она как раз и говорит о том, что человечество намерено в самом ближайшем будущем полноценно включить околоземную орбиту в «зону своих повседневных интересов» и двинуться дальше, вглубь Солнечной системы. Когда именно это случится, сказать трудно. Но изменения не за горами. И, надеюсь, многие из нас их смогут увидеть.

Однако, произойдёт это только в том случае, если на самой матушке-Земле ситуация не ухудшится. А вот с этим как раз большие проблемы. Непокойно в мире. Ой, как непокойно. И остаётся только уповать, что хуже не будет.

С надеждой на лучшее будущее и будем подводить итоги 2023-го года.

I. ОСНОВНЫЕ СОБЫТИЯ ГОДА

Минувший космический год подарил нам ряд крупных достижений, которые интересны не только сами по себе, но и являются заделом для будущих свершений. В большинстве своём они являются лишь первыми этапами тех масштабных программ, которые формируются и формулируются в недрах ведущих космических агентств мира. Что, несомненно, делает их ещё более значимыми для дальнейшего развития космической отрасли.

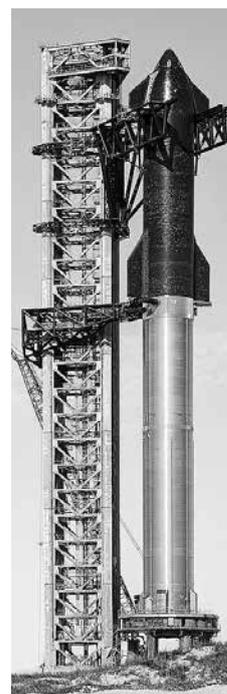
Итак, основное за 2023 год.

1.1. НАЧАЛО ЛЁТНЫХ ИСПЫТАНИЙ «СТАРШИПА»

Самым интересным, самым «зрелищным» событием ушедшего года, несомненно, станет начало лётных испытаний космической системы «Супер Хэви/Старшип» (англ. Super Heavy/Starship), созданной компанией «Спейс-Экс» (англ. SpaceX). Этот «монстр» предназначен для того, чтобы доставить человека на Марс.

Первый проект сверхтяжелой ракеты «для Марса» был представлен главой «Спейс-Экс» Илоном Маском (англ. Elon Musk) в 2010 году на конференции Американского института аэронавтики и астронавтики. Тогда это были лишь наброски той транспортной системы, которая призвана обеспечить заселение Марса людьми.

Потребовалось три года, прежде чем наброски превратились



в концепцию транспортной системы под названием «Марс Колониал Транспортер» (англ. Mars Colonial Transporter). В последующие годы она неоднократно менялась, также, как и её название. В своём окончательном виде система появилась в 2019 году. Тогда же проектируемые носитель и корабль обрели свои нынешние имена.

«Супер Хэви/Старшип» — полностью много-разовая система, предназначенная для экономичной доставки грузов и людей на низкую околоземную, солнечно-синхронную и геопереходную орбиты, а также для межпланетных полётов на Луну и Марс. Это самая большая по массе и размерам и самая мощная ракета-носитель в истории. Её длина составляет 120 метров, диаметр — 9 метров, стартовая масса — 5 тысяч тонн. Масса полезной нагрузки, выводимой на околоземную орбиту, составляет 100–150 тонн в многоразовом варианте и 250 тонн — в расходуемом варианте. К Луне и Марсу могут быть отправлены аппараты массой до 150 тонн.

Лётные испытания системы «Супер Хэви/Старшип» были начаты 20 апреля 2023 года. Программа первого испытательного пуска не предполагала вывода на орбиту полезной нагрузки, полёт должен был пройти по суборбитальной траектории.

Те, кто мог следить в прямом эфире за этим пуском, конечно, были поражены мощностью, которую на старте продемонстрировала система. Давно мы не видели столь эпичных запусков. И это при том, что испытание, увы, было неудачным. Но то, как система «боролась за жизнь», когда возникли проблемы, вызывает восхищение.

А проблемы начались практически сразу после запуска — «Супер Хэви» взлетел с пятью неработающими двигателями. Но, тем не менее, ракете удалось подняться на высоту 39 километров, прежде чем система была подорвана.

Этот старт выявил массу недостатков как в самой ракете, так и в наземных системах. В принципе, для этого систему и запускали, чтобы понять, что же было сделано не так на этапе проектирования.

Семь месяцев ушли на то, чтобы устранить выявленные недостатки и получить разрешение от Федерального управления по гражданской авиации США. Так получилось, что для получения разрешения потребовалось больше сил, чем на трудоёмкие бетонные работы. Поэтому новые испытания системы состоялись только 18 ноября.

Второй полёт, в отличие от первого, прошёл гораздо успешнее. На этот раз на «Супер Хэви» включились все двигатели и штатно отработали до момента отделения «Старшипа». Без проблем включились и двигатели корабля.

И всё-таки испытания окончились взрывами. Ступень «Супер Хэви» после выполнения своей задачи должна была отработать методику возвращения и опуститься на водную гладь Мексиканского залива. Однако она взорвалась вскоре после отделения из-за нерасчётных перегрузок.

На высоте 148 километров в момент выключения двигателей взорвался и «Старшип».

Что бы не говорили, а второй полёт был скорее успешным, чем аварийным. Несмотря на то, что за-

вершилось всё не так, как хотелось бы. Но, фактически, удалось доказать, что система может летать.

И она будет летать. Теперь в этом уже мало кто сомневается. Ну, а когда это случится, дело времени. Хочется надеяться, что произойдёт это в самом ближайшем будущем. Может быть, в начале 2024 года. Или чуть-чуть позже. [1, 2]

1.2. АВАРИЯ «ЛУНЫ-25»

Уже много лет мы ожидаем того момента, когда «Россия вернётся на Луну». Попытка сделать это была предпринята в минувшем году. К сожалению, она оказалась неудачной.

Миссия автоматической станции «Луна-25» должна была стать первой российской миссией к Луне за 47 лет. К ней мы готовились давно, но постоянно переносили по тем или иным причинам.



Это первая миссия первого этапа новой отечественной лунной программы. Хотя, как таковой, программы нет. Есть наброски, которые, в конце концов, должны закончиться высадкой наших космонавтов на поверхность Луны. Но произойдёт это очень нескоро, лет через 10–15.

На первом этапе нашего возвращения мы должны вновь овладеть теми технологиями в межпланетных полётах, которыми некогда обладали. То есть вновь должны научиться мягко сажать станции на Луну, научиться управлять луноходами, научиться доставлять грунт с поверхности других небесных тел и т. д., и т. п.

Когда в 2005 году началась разработка станции, она носила название «Луна-Глоб» и предполагала развёртывание на Луне сети сейсмических станций. Правда, из-за недостатка финансирования очень быстро мы умили свои аппетиты и «Глоб» свёлся к одной единственной станции, которой присвоили название «Луна-25», чтобы подчеркнуть преемственность новой программы нашим прежним достижениям.

Миссия «Луны-25» предполагала посадку на Луну в районе южного полюса и, помимо отработки технологии самой посадки, решение следующих задач:

- поиск воды и летучих соединений в лунном полярном веществе, изучение элементного и изотопного

состава поверхности и верхнего слоя полярного реголита;

- исследования плазменной и пылевой компонент лунной приповерхностной экзосферы вблизи поверхности, включая взаимодействие солнечного ветра с верхним слоем реголита;
- построение карты неоднородности поверхности для отработки системы высокоточной и безопасной посадки КА будущих лунных проектов;
- изучение физико-механических свойств реголита.

В полёт «Луна-25» отправилась 11 августа с космодрома Восточный. К удивлению многих, первые этапы полёта станции прошли великолепно: станция без замечаний направилась к Луне, затем вышла на селеноцентрическую орбиту и стала готовиться к посадке.

А вот затем случилось непредвиденное — 19 августа при формировании предпосадочной эллиптической орбиты двигатель станции проработал гораздо дольше, чем планировалось. В результате аппарат вышел на незамкнутую орбиту и элементарно взрезался в лунную поверхность, похоронив все наши надежды на успех.

Наиболее вероятной причиной аварии сочли нештатное функционирование бортового комплекса управления, связанное с невключением блока акселерометров в приборе БИУС-Л (сокращение от Блок Измерения Угловых Скоростей — Луна) из-за возможной программной ошибки: в бортовой комплекс управления приходили нулевые сигналы с акселерометров, что не позволило при выдаче корректирующего импульса зафиксировать момент набора требуемой скорости и произвести своевременное выключение двигательной установки космического аппарата, в результате чего ее отключение произошло по временной команде.

Авария «Луны-25», естественно, не прошла бесследно для российской космонавтики. Первоначально прозвучали заявления о том, что работы по лунной программе будут интенсифицированы и мы вскоре попытаемся повторить полёт станции-неудачницы.

Однако, вскоре стали говорить только о продолжении тех пусков, которые планировались и ранее. Но при этом сроки пусков сдвинулись вправо на год. Теперь следующая попытка будет предпринята только в 2027 году. Да и то это будет полёт без посадки, только с выходом на селеноцентрическую орбиту. А эту операцию и «Луна-25» выполнила успешно. Новую попытку посадить станцию на Луну раньше 2028 года не предпримут. И опять мы будем только учиться это делать.

А пока будем надеяться на то, что через пять лет мы полноценно вернёмся на Луну. [3, 4, 5]

1.3. ДОСТАВКА ГРУНТА С АСТЕРОИДА БЕННУ

Список небесных тел, откуда на Землю прибыл грунт, пополнился астероидом (101955) Бенну. Теперь специалисты смогут изучить образцы из ещё одного уголка Солнечной системы. И, возможно, узнать что-то новое из истории формирования планет. А, может быть, отгадать и другие загадки Вселенной. Однако, это будет не скоро — на изучение грунта потребуются годы, прежде чем будут сделаны хоть какие-то выводы.

О миссии OSIRIS-REx¹ подробнее рассказывалось в обзоре за 2020 год, когда произошёл забор образцов². На возвращение на Землю станции потребовалось ровно три года.

Операция по доставке образцов началась 24 сентября минувшего года, когда от станции, приближавшейся к Земле, была сброшена капсула с грунтом. После входа в земную атмосферу были раскрыты парашюты, с помощью которых она и приземлилась на полигоне в штате Юта (США). Через три дня после посадки, когда капсулу доставили в специально оборудованную для этого лабораторию, со всеми предосторожностями её вскрыли и начали извлекать образцы. На это уйдёт довольно много времени, процесс завершат только в 2024 году. На изучение, как уже было сказано, потребуются ещё больше времени.



А тем временем зонд продолжает свой путь. Теперь он носит название OSIRIS-APEX³. Для него обозначена новая цель — астероид (99942) Апофис, к которому он прибывает в апреле 2029 года. Изучить его он будет с пролетной траектории. О результатах грядущего эксперимента поговорим через шесть лет, в обзоре за 2029 год. [6]

1.4. ЛУННАЯ УДАЧА ИНДИИ

То, что не удалось «Луна-25», сделали индийцы спустя всего несколько дней после аварии российской станции.

Станция «Чандраян-3» (хинди चंद्रयान-३) — первый индийский космический аппарат, совершивший мягкую посадку на поверхность Луны. Тем самым Индия стала четвёртой космической державой, после СССР, США и Китая, освоившей эту сложную технологию, и первой страной, посадившей свою станцию в районе южного полюса нашей небесной соседки.

Станция «Чандраян-3» являлась повторением миссии «Чандраян-2» (хинди चंद्रयान-२), которая

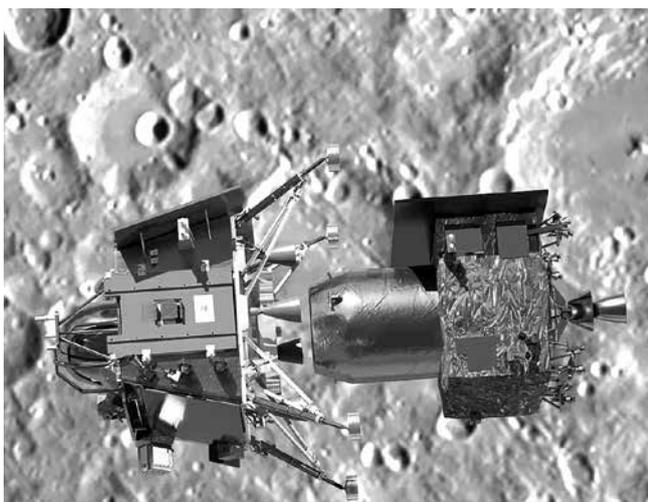
¹ OSIRIS-Rex — сокращение от англ. Origins Spectral Interpretation Resource Identification Security Regolith Explorer («исследования методами спектральной идентификации происхождения элементного состава реголита»).

² Космическая деятельность стран мира в 2020 году // Инновации, 2020, № 11 (265), с. 30–40.

³ OSIRIS-APEX — сокращение от англ. Origins Spectral Interpretation Resource Identification and Security — Apophis Explorer («исследования методами спектральной идентификации происхождения элементного состава Апофиса»).

в 2019 году закончилась неудачей, и включала в себя посадочный модуль «Викрам» (хинди विक्रम) и луноход «Прагьян» (хинди प्रज्ञान). На селеноцентрическую орбиту всё это «хозяйство» доставил перелётный модуль.

На посадочном аппарате был установлен зонд Ленгмюра RAMBHA-LP для исследования плазмы, прибор для термофизических исследований поверхности ChaSTE (погружаемый в реголит на глубину до 10 сантиметров тепловой зонд, измеряющий теплопроводность грунта), трёхкомпонентный сейсмограф ILSA (сокр. от англ. Instrument for Lunar Seismic Activity), уголковые отражатели LRA для лазерной локации Луны.



Луноход мог поддерживать связь только с посадочным аппаратом. На нём были установлены две навигационные камеры (обе впереди) и два научных прибора: лазерный спектрометр LIBS (определяет элементный состав породы по спектру испарённого вещества) и альфа-рентгеновский спектрометр APXS (для контактного установления элементного состава грунта и пород с помощью рентгеновской флуоресценции).

Запуск станции «Чандраян-3» состоялся 14 июля 2023 года с космодрома на острове Шрихарикота. На путь к Луне аппарату потребовалось три недели, только 5 августа он оказался на селеноцентрической орбите.

Несмотря на то, что индийская станция стартовала раньше, чем «Луна-25», посадку на Луну она должна была совершить позже. В российских средствах массовой информации активно муссировалась тема «новой лунной гонки» и акцентировалось внимание на том, что наша станция должна была первой в мире совершить посадку в районе южного полюса Луны.

Надо сказать, что тема «гонки» во многом была надумана. Не было никакой гонки, у каждого были свои задачи, свои планы. Кому-то удалось сделать задуманное, кому-то нет.

Но вернемся к полёту «Чандраян-3». 17 августа посадочный модуль миссии «Викрам» отделился от станции и отправился в самостоятельный полёт. Мягкая посадка была осуществлена 23 августа. В тот же день была опубликована первая фотография с места посадки.

А на следующий день на лунную поверхность съехал луноход. Его работа на лунной поверхности была недолгой, лишь до 2 сентября, когда аппарат перевели в режим сна. К тому времени он проехал по Луне около 100 метров.

Спустя два дня было объявлено о завершении основной научной программы посадочного модуля. Его так же перевели в режим сна.

Кстати, «уснули» они навечно. Когда на Луне наступил день, «дозвониться» ни до «Викрама», ни до «Прагьяна» так и не удалось. Как не пытались в Индийской организации космических исследований. Впрочем, это был прогнозируемый результат — ни посадочный модуль, ни луноход не имели систем обогрева.

Ещё до того, как «Викрам» погрузился в сон, с ним был проведён весьма интересный эксперимент. 3 сентября посадочный модуль включил двигатели и совершил «прыжок» на 40 сантиметров по вертикали и 30–40 сантиметров по горизонтали. «Прыжок» стал отработкой технологии возвращения на Землю следующих аппаратов, в том числе с экипажем.

Этот эксперимент не входил в перечень основных задач миссии. Он стал своеобразным бонусом для специалистов.

«Прыжки» спускаемых аппаратов на Луне — событие весьма редкое в истории. До «Викрама» такой «трюк» проделал только американский «Сервейер-6» в 1967 году.

И ещё один любопытный эксперимент, который провели во время индийской миссии. Через месяц после начала работы перелётного модуля на окололунной орбите специалисты в Индийской организации космических исследований решили провести маневр по его возвращению на околоземную орбиту, так как оставшегося топлива на нём оказалось достаточно для этого. Это позволило бы собрать дополнительную информацию для будущих индийских лунных миссий, в том числе по доставке на Землю образцов лунного грунта.

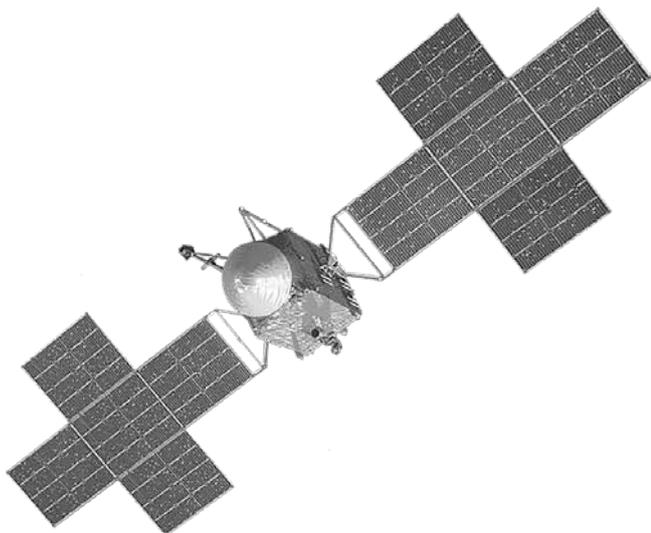
Первый маневр был выполнен 9 октября с целью поднять высоту апоселения со 150 до 5112 километров, увеличив таким образом период обращения по орбите с 2,1 часа до 7,2 часа. Позже, учитывая оценку доступного топлива, второй план маневра был пересмотрен, чтобы ориентироваться на околоземную орбиту с параметрами 1,8 x 3,8 миллиона километров. Маневр был выполнен 13 октября.

В ходе реализованной орбиты после этого маневра двигательный модуль совершил четыре пролёта Луны перед отлётом 10 ноября. В настоящее время двигательный модуль находится на околоземной орбите и впервые достиг её перигея 22 ноября.

Таким образом, индийская лунная миссия не только решила все поставленные перед ней задачи, но и «наградила» специалистов, как минимум, двумя бонусами. Было бы неплохо, если бы и другие миссии проходили со значительным перевыполнением плана. Было бы весьма интересно. [7]

1.5. НА СВИДАНИЕ С ПСИХЕЕЙ

В минувшем году в США состоялся запуск межпланетного зонда «Психея» (англ. Psyche), целью ко-



того является изучение одноименного астероида (16) Психея. Учёные считают, что она может быть голым ядром протопланеты, которая могла быть размером с Марс и потерять внешние слои в результате серии столкновений. Радарные наблюдения говорят, что этот астероид состоит из железа и никеля. Диаметр малой планеты — около 252 километров.

Зонд «Психея» создан специалистами Лаборатории реактивного движения (англ. Jet Propulsion Laboratory).

Перед миссией поставлено довольно много научных задач:

- понять ранее неисследованную часть формирования планеты: железные ядра;
- заглянуть внутрь планет земной группы, включая Землю, непосредственно исследуя внутреннюю часть дифференцированного тела, которое иначе не было бы видно;
- исследовать новый тип мира, сделанный из металла;
- определить, является ли Психея ядром, или это расплавленное вещество;
- определить относительный возраст областей поверхности Психеи;
- определить, содержат ли небольшие металлические тела те же лёгкие элементы, которые ожидаются в ядре высокого давления Земли;
- определить, образовалась ли Психея в условиях, более окислительных или более восстановительных, чем ядро Земли;
- охарактеризовать топографию Психеи;

Психея прибывает к Психее и выйдет на орбиту вокруг него в 2029 году. Зонд будет вращаться на уменьшающихся высотах или режимах. Его первый режим, «Орбита А», позволит космическому кораблю выйти на орбиту высотой 700 километров для определения магнитного поля и предварительного картографирования в течение 56 дней. Затем он опустится на «орбиту В», установленную на высоте 290 километров, на 76 дней для тех же целей. Далее он опустится на «орбиту С» на высоте 170 километров, на 100 дней для исследования гравитации и магнитного поля. Наконец, орбитальный аппарат выйдет на «орбиту D» на высоте

85 километров, чтобы определить химический состав поверхности с помощью гамма-излучения и нейтронных спектрометров. Планируется, что аппарат пробудет на орбите астероида в течение не менее 21 месяца.

Подробнее о миссии «Психея», как и о миссии OSIRIS-APEX, будет написано в обзоре за 2029 год. [8]

1.6. МИССИЯ JUICE

В минувшем году началась ещё одна межпланетная миссия, рассчитанная на долгие годы. В путешествие отправилась станция Европейского космического агентства JUICE (сокр. от англ. Jupiter Icy Moons Explorer — «Изучение ледяных лун Юпитера»).



Название говорит о главной цели этой миссии — изучение спутников Юпитера Ганимеда, Каллисто и Европы. Научных задач перед зондом поставлено великое множество. Но, главная, это изучение водных ресурсов. Конечно, интереснее было бы заняться изучением непосредственно на этих небесных телах. Но и взгляд со стороны также интересен и также может помочь сделать интересные открытия.

В качестве других целей — изучение самого Юпитера и его спутника Ио, который к ледяным лунам из-за наличия вулканов никак нельзя отнести. Кстати, на изучение гигантской планеты будет затрачено 40% времени.

Зонд несёт на своём борту одиннадцать научных приборов общей массой 104 килограмма.

Прибытие зонда к Юпитеру ожидается в июле 2031 года. Более трёх лет космический аппарат будет совершать полёт в системе Юпитера, периодически сближаясь с его спутниками. В декабре 2034 года он должен выйти на орбиту вокруг Ганимеда, а в конце 2035 года завершить миссию, упав на Ганимед. [9]

1.7. БЛАГОПОЛУЧНОЕ ВОЗВРАЩЕНИЕ НА ЗЕМЛЮ

В обзоре за прошлый год⁴ подробно описывались возможные варианты развития событий, связанных с разрывом внешней системы терморегулирования пилотируемого корабля «Союз МС-22». В качестве наиболее вероятного сценария тогда назвался отказ от дальнейшего использования корабля в штатном ре-

⁴ Космическая деятельность стран мира в 2022 году // Инновации, 2023, № 1 (291), с. 17–25.

жиме и его возвращение на Землю без экипажа. К этому варианту, в конце концов, и пришли.

Перед тем, как возвращать «Союз МС-22» на Землю, был запущен корабль «Союз МС-23» без экипажа. После того, как он прибыл на Международную космическую станцию (МКС), аварийный корабль отстыковали и без экипажа вернули на Землю. Приземление прошло нормально, без проблем.

А экипажу корабля пришлось задержаться на орбите до конца сентября, когда они вернулись на Землю на корабле «Союз МС-23». Полёт Сергея Прокопьева, Дмитрия Петелина и Франсиско Рубио продлился более года. Точнее, 370 суток 21 час 22 минуты. Дольше, чем планировалось. Зато они живыми и здоровыми вернулись на Землю. [10]

1.8. ПЕРВЫЙ ПОЛЁТ МЕТАНОВОЙ РАКЕТЫ

Летом минувшего года состоялся первый в мире успешный полёт РН, в двигателях которой в качестве топлива используется метан. «Первопроходцами» стали специалисты китайской компании «Лэнд Спейс Технолоджи Корпорейшн» (кит. 蓝箭空间科技).

В последние годы на аэрокосмическом рынке появилось довольно много игроков, занимающихся созданием ракет на метане. Среди них и «Спейс-Экс» с системой «Супер Хэви/Старшип», и «Юнайтед Лонч Альянс» (англ. United Launch Alliance) с ракетой «Вулкан» (англ. Vulcan), и «Блю Ориджин» (англ. Blue Origin) с ракетой «Нью Гленн» (англ. New Glenn), и ряд других. Повышенный интерес к метану объясняется тем, что в силу своих характеристик он лучше подходит в качестве топлива для многоразовых ракет.

Несмотря на обилие сильных игроков, победу одержала «Лэнд Спейс» с ракетой «Чжужоэ-2» (кит. 朱雀二号). Носитель относится к ракетам среднего класса. Её длина составляет 49,5 метров, диаметр — 3,35 метра. Ракета может вывести до шести тонн груза на низкую околоземную орбиту высотой 200 километров или четыре тонны на 500-километровую солнечно-синхронную орбиту.

Во время летнего пуска ракета доставила на орбиту макет полезной нагрузки. Во время второго, состоявшегося в декабре, на орбиту вышли три коммерческих спутника.

В ближайшие годы количество ракет на метане значительно возрастет. Если всё пойдёт по плану, то вышеназванные «Вулкан» и «Нью Гленн» отправятся в свои первые полёты уже в 2024 году. Ну а «Супер Хэви/Старшип» в наступившем году научится летать. [11]



1.9. ЗАПУСК ТЕЛЕСКОПА «ЭВКЛИД»

В ушедшем году в космос отправилась новая европейская космическая обсерватория «Эвклид» (лат. Euclid). Своё имя космический аппарат получил в честь древнегреческого математика Эвклида.



Первоначально обсерваторию планировалось запустить с космодрома Куру во Французской Гвиане с помощью российской РН «Союз-СТ-Б». Однако, прекращение сотрудничества между Европой и Россией в космической сфере вынудило Европейское космическое агентство искать нового подрядчика. В результате был выбран «Фалкон-9» (англ. Falcon-9), который и вывел аппарат в космос.

Цель миссии заключается в лучшем понимании геометрии тёмной материи и тёмной энергии посредством очень точного измерения ускорения расширения Вселенной. Для этого аппарат будет измерять красные смещения галактик, находящихся на разном расстоянии от Земли, и исследовать связь красного смещения и расстояния.

Обсерватория состоит из 1,2-метрового телескопа Корша, камеры VIS (сокр. от англ. VISible imager), спектрометра и фотометра NISP (сокр. от англ. Near Infrared Spectrometer and Photometer), ведущих наблюдения в оптическом и ближнем инфракрасном диапазоне.

7 ноября 2023 года были представлены первые полноцветные изображения космоса, сделанные «Эвклидом». Телескоп получил невероятно чёткие астрономические изображения большого участка неба, заглядывающие глубоко в далёкую Вселенную. Первые пять изображений иллюстрируют весь потенциал обсерватории в создании самой обширной трёхмерной карты Вселенной. [12]

1.10. ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ

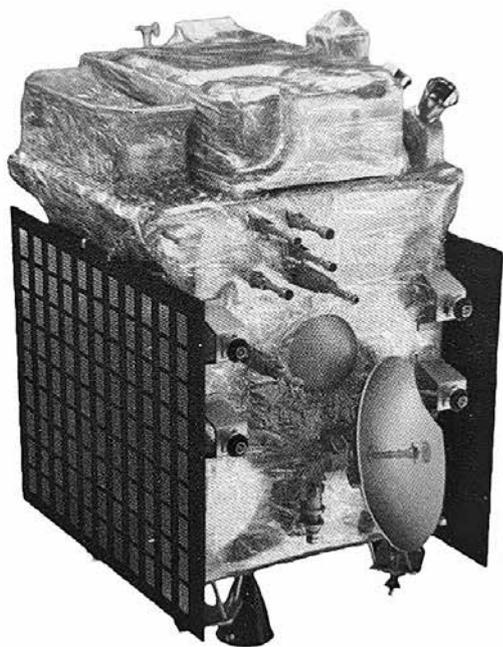
В минувшем году в число стран, занимающихся изучением Солнца, вошла Индия. Буквально через несколько дней после успеха лунной миссии «Чандраян-3», с космодрома Шрихарикота стартовала РН PSLV-XL с космической обсерваторией «Адитья L1» (санскрит आदित्य एल १).

Своё название космический аппарат получил в честь группы индуистских божеств Адитьи, находящихся

в неразрывной связи с Сурьей, Богом Солнца в индуизме. Обозначение L1 означает соответствующую точку Лагранжа, близ которой будет находиться зонд.

Задачами обсерватории являются:

- наблюдения за динамикой хромосферы и короны Солнца;
- изучение механизмов нагрева хромосферы, физики частично ионизированной плазмы, корональных выбросов массы и их происхождения, коронального магнитного поля и механизмов теплопередачи, вспышечных обменов;
- наблюдение за физическими характеристиками потоков частиц высокой энергии в месте нахождения аппарата;
- определение последовательности процессов в хромосфере и нижней и верхней солнечной короны, которые приводят к коронарным выбросам массы;
- изучение космической погоды, а также происхождения, состава и динамики солнечного ветра.



Планируется, что точки назначения обсерватория достигнет в самом начале 2024 года. Спустя некоторое время, после проверки бортового оборудования, начнутся наблюдения. [13]

Вот такой топ-10 за 2023 год. Согласитесь, что в этом году, по сравнению с предшествующим, он оказался гораздо насыщенней. А сколько ещё другого интересного произошло на космических трассах. Можно было бы список расширить. Но и меру знать надо. Поэтому только то, что есть.

II. ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА

В минувшем году пилотируемая космонавтика не смогла продемонстрировать ничего нового. Давно ожидаемый полёт корабля «Старлайнер» (англ. Starliner) с космонавтами на борту так и не состоялся, теперь его планируется осуществить не ранее апреля 2024 года. А о появлении новых машин, ко-

торые привнесут что-то новое, приходится только мечтать.

В ушедшем году стартовали шесть пилотируемых космических корабля. Это на один старт меньше, чем годом ранее.

Тремя полётами «отметились» США, двумя — Китай, одним — Россия. Впервые за все годы космической эры наша страна по этому показателю опустилась до «уверенного» третьего места. В 2022 году мы хотя бы делили 2–3 место.

Все полёты проходили со стыковкой с орбитальными станциями. Четыре операции пришлось на долю МКС, две — Китайской космической станции.

Три корабля стартовали из Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал (шт. Флорида, США), два старта состоялись с китайского космодрома Цзюцюань, один — с Байконура в Казахстане.

А всего с 1961 года, когда начались пилотируемые полёты в космос, был выполнен 341 успешный запуск кораблей с космонавтами на борту: 174 — в США, 155 — в СССР (России), 12 — в Китае.

Рассказывая о пилотируемых полётах, надо также отметить ещё две миссии года.

Первая — это возвращение на Землю корабля «Союз МС-22», стартовавшего в 2022 году. Как известно, с этим кораблём случилась неприятность — потёк радиатор. Возникли опасения за жизнь космонавтов на участке спуска. Посему было решено корабль посадить без экипажа. Что и было сделано 28 марта. Посадка прошла штатно.

Вторая — запуск корабля «Союз МС-23» без экипажа. На нём 27 сентября на Землю возвратились «застрявшие» на орбите космонавты.

В статистику года эти полёты, естественно, не вошли, но упомянуть их в данном разделе просто необходимо.

В 2023 году на околоземной орбите работал 31 космонавт (с учётом тех, кто начал свои полёты в 2022 году). Это меньше, чем за год до этого. Причина уже была озвучена — запуск КК «Союз МС-23» без экипажа.

Из тех, кто побывал на орбите в минувшем году, девять имели американское гражданство, столько же — китайское, семь — российское, двое — японское, двое — саудовское, по одному эмиратское и датское.

В 2023 году в космос отправились 14 «новичков»: россияне Андрей Федяев, Константин Борисов и Николай Чуб, американцы Уоррен Хобург (англ. Warren Hoburg), Джон Шёффнер (John Shoffner), Джасмин Мобели (англ. Jasmin Moghbeli) и Лорел О'Хара (англ. Loralei O'Hara), китайцы Чжу Янчжу (кит. 朱杨柱), Гуй Хайчао (кит. 桂海潮), Тан Шэнцзе (кит. 唐胜杰) и Цзян Синьлинь (кит. 江新林), саудовцы Али аль-Карни (араб. علي بن قردان) и Райана Барнави (араб. ريان بن علي), и эмиратец Султан аль-Нейади (араб. سلطان بن زايد آل نهيان).

Среди тех, кто работал на орбите в 2023 году, было шесть женщин: россиянка Анна Кикина, американки Николь Манн (англ. Nicole Mann), Пегги Уитсон (англ. Peggy Whitson), Джасмин Мобели, Лорел О'Хара и аравийка Райана Барнави.

По состоянию на 1 января 2024 года в орбитальных космических полётах приняли участие 608 космонавтов из 38 стран. Из числа летавших в космос, 535 были мужчинами и 73 — женщинами.

Кстати, 30 мая на околоземной орбите впервые оказались 17 космонавтов: шестеро китайцев, пятеро американцев, трое россиян, двое саудовцев и один гражданин ОАЭ.

* * *

Как всегда, о тех, кто ушёл из жизни в минувшем году.

В 2023 году скончались: 3 января — американский космонавт Уолтер Каннигем (англ. Walter Cunningham), 19 марта — французский космонавт Жан-Жак Фавьер (фран. Jean-Jasques Faver), 5 мая — американский космонавт Самюэль Дюрранс (англ. Samuel Durrance), 10 августа — российский космонавт Александр Викторенко, 17 августа — американский космонавт Кэрол Бобко (англ. Karol Bobko), 31 октября — американский космонавт Томас Маттингли (англ. Thomas Mattingly), 7 ноября — американский космонавт Фрэнк Борман (англ. Frank Borman), 27 ноября — американский космонавт Мэри Клив (англ. Mary Cleave).

И ещё одна потеря. 18 июня в Атлантическом океане при погружении к затонувшему в 1912 г. лайнеру “Титаник” погиб британский миллиардер Джордж Хардинг (англ. George Harding). За год до этого он принял участие в другом экстремальном путешествии — полёте за границу атмосферы и космоса на ракете New Shepard. Космос оказался к нему благосклоннее, чем мировой океан.

Вечная память тем, кто покоряет неизведанное!

* * *

В 2023 году состоялось 18 выходов в открытый космос. Это всего на три выхода больше, чем годом раньше.

Шесть выходов были осуществлены из российского модуля «Поиск», столько же из американского модуля «Квест» (англ. Quest) и пять выходов с борта Китайской космической станции.

Во внекорабельной деятельности участвовали 17 космонавтов: шестеро китайцев, пятеро американцев, четверо россиян, один японец и один гражданин ОАЭ.

Чаще других в открытый космос выходили россияне Сергей Прокопьев и Дмитрий Петелин — 5 выходов.

Настораживает факт, что китайцы перестали заранее анонсировать свои выходы. Информация о них появляется уже после того, как работа в открытом космосе завершена. А сами сообщения весьма куцые. Это наводит на определенные мысли и заставляет задавать вопрос: «А что китайцы на самом деле делают в открытом космосе?»

* * *

Пилотируемых суборбитальных полётов в космос в 2023 году не было. Единственная компания, предоставлявшая данную услугу, американская «Блю Ориджин» (англ. Blue Origin), только в декабре худо-

бно оправилась от аварии, происшедшей в сентябре 2022 года, и возобновила пуски соевой ракеты «Нью Шепард» (англ. New Shepard). Правда, пока только в беспилотном варианте. Новые пилотируемые полёты ожидаются не ранее весны 2024 года. Что будет в дальнейшем, пока неясно.

* * *

В 2023 году произошло существенное «оживление» в сфере мезосферных полётов, состоялось аж шесть миссий. Это наибольшее число полётов за календарный год за всю историю космонавтики.

Тем не менее, говорить о начале массовых полётов к границе атмосферы и космоса пока не приходится — все полёты были осуществлены только компанией «Вирджин Галактик» (англ. Virgin Galactic). Все прочие претенденты даже близко не подошли к реализации своих широко разрекламированных планов.

Более того, осуществив серию коммерческих миссий «Галактик» (англ. Galactic), компания «Вирджин Галактик» объявила о выводе в следующем году из эксплуатации своего единственного ракетоплана «Юнити» (англ. Unity). Состоятся ещё 2–3 полёта, после чего аппарат будет поставлен «на прикол».

Причиной такого решения стали убытки, которые несёт компания. Изначально предполагалось, что полёты будут происходить раз в неделю, а стоимость билета не превысит 250 тысяч долларов. Однако, необходимость обеспечения безопасности пассажиров существенно усложнила межполётное обслуживание ракетоплана и увеличила расходы на его содержание. Как результат, полёты раз в месяц и стоимость билета от 450 тысяч долларов.

В «Вирджин Галактик» надеются, что к 2026 году создадут новый ракетоплан «Дельта» (англ. Delta) и возобновят полёты. Через два-два с половиной годы там надеются решить и финансовые проблемы.

А пока — шесть полётов в мезосферу в 2023 году.

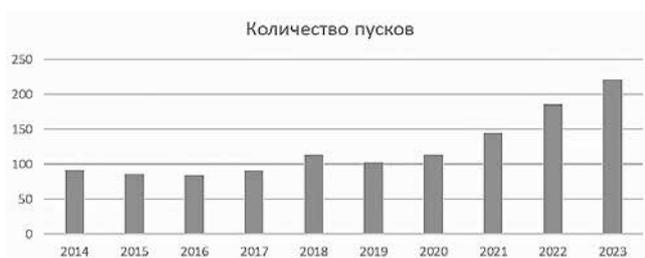
III. ПУСКОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В минувшем году в различных странах мира стартовали 220 ракет-носителей, целью которых был вывод на околоземную орбиту полезной нагрузки различного назначения. Из этого числа 212 пусков были успешными (или частично-успешными), остальные закончились авариями.

Кроме того, возможно, состоялся ещё один аварийный пуск — РН «Гаем-100» в марте минувшего года в Иране. Официального подтверждения этого факта нет, о нём известно только из письма постоянного представителя Израиля при ООН на имя Генерального секретаря и Председателя Совета Безопасности ООН от 28 апреля 2023 года (S/2023/302). Косвенно этот запуск подтверждают и источники в американской разведке.

Несмотря на неоднозначность факта этого запуска, он внесён в сводную таблицу 2 и учитывается при дальнейшем анализе.

Интенсивность пусковой деятельности в 2023 году стала максимальной за всю космическую эру. Рекорды предыдущего года, 186 пусков в целом и 179 успешных



пусков, превышены на 35 и 33 соответственно. [14, 15, 16, 17]

И ещё одна ремарка про пусковую деятельность, относящуюся к испытаниям «Супер Хэви» со «Старшипом». Ряд аналитиков включают два состоявшихся старта в статистику и заносят их в графу «Аварийные пуски». В данном обзоре это не делается, так как в ходе этих испытательных пусков вывод чего-либо на околоземную орбиту не планировался. Это суборбитальные пуски. Когда для «Старшипа» изменят задачу или груз окажется на орбите, тогда он с полным правом войдёт в общую статистику орбитальных запусков. А пока с этим стоит повременить.

По числу космических пусков уверенное первенство держат США — 114 стартов. Прирост — 27 пусков.

В это число включены пуски РН «Электрон» (англ. Electron), выполненные компанией «Рокет Лэб» (англ. Rocket Lab) с космодрома Махиа в Новой Зеландии, а также аварийный пуск РН «ЛончерВан» (англ. LauncherOne) компании «Вирджин Орбит» (англ. Virgin Orbit), выполненный с борта самолёта-носителя B-747, взлетевшего с британского аэродрома Корнуолл. Данная методика распределения пусков по странам была анонсирована в прошлогоднем обзоре и используется впервые.

Показатель США — это 51,58% от общемирового уровня. Из 114 пусков на долю компании «Спейс-Экс» приходится 96 пусков. Таким образом, компания Илона Маска контролирует не менее 43,44% мирового рынка.

Из 114 пусков четыре старта были аварийными. Все они «в активе» частных компаний.

На втором месте по числу запущенных ракет находится Китай — 67 стартов (30,32% от общемирового уровня), в том числе 66 успешных. Это новый рекорд для Поднебесной. Хотя прирост — 3 запуска — не такой впечатляющий показатель, как у США.

Из китайских пусков один был аварийным. Как и у американцев, он пришёлся на долю частной компании.

На третьем месте по числу пусков Россия — 19 стартов (8,6%). Все успешные. Это на два пуска меньше, чем годом ранее.

Четвертое место уверенно заняла Индия с 7 стартами (3,17%).

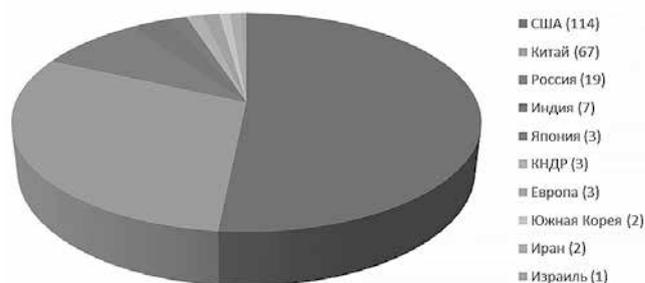
Показатели остальных космических держав скромнее. Но стоит отметить, что все страны, располагающие космическими носителями в минувшем году «отметились» запусками. Это положительный фактор.

А вот «удручает» снижение количества стартов у Европейского космического агентства. Всего три пуска и неопределённость с вводом в эксплуатацию

ракеты-носителя «Ариан-6» (англ. Ariane-6) и возобновлением пусков РН «Вега» (англ. Vega). Эти факты могут существенно снизить показатели Европы в 2024 году.

В численном выражении 2023-й «пусковой» год выглядит следующим образом:

Количество пусков в 2023 г. по странам



Вероятнее всего, интенсивность пусковой активности стран мира в 2024 году не будет снижаться. Можно ожидать сохранение её на нынешнем уровне или рост в пределах 10–15%.

В результате пусков РН в 2023 г. на околоземную орбиту было выведено 2868 космических аппарата. Это приблизительно на 350 спутников больше, чем в 2022 году. Это очередной рекорд за всю историю космонавтики.

Самый существенный вклад в формирование «орбитальной группировки» вновь внесла компания «Спейс-Экс» со своей системой «Старлинк» (англ. Starlink), а также британская компания «ВанВэб» (англ. OneWeb) со своей одноименной системой.

Подавляющее большинство спутников — американские.

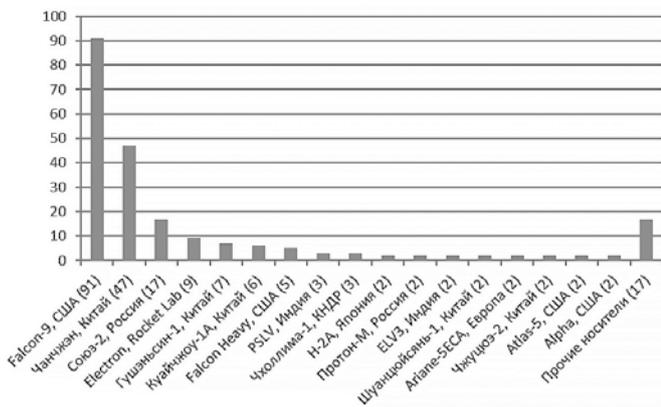
Китайцы хотя и сократили разрыв по числу запущенных космических аппаратов, но по-прежнему значительно уступают американцам. Хотя после того, как в Китае начнутся регулярные запуски интернет-спутников, разрыв может стать и не столь существенным. Или изменится в диаметрально противоположную сторону. Хотя последнее и маловероятно. По крайней мере, в ближайшее десятилетие.

Все прочие страны уступают тройке лидеров. И кроме России не имеют планов вступить в это соревнование.

При запусках КА в 2023 г. были использованы ракеты-носители 34 типов и семейств. Как обычно, данная классификация весьма условна и даёт лишь общее представление об используемых носителях. Уточнить информацию о каждом конкретном пуске можно в таблице 2.

Бесспорным лидером минувшего года стала РН «Фалкон-9», она стартовала 91 раз. Все пуски были успешными. Другой носитель компании «Спейс-Экс» — «Фалкон Хэви» (англ. Falcon Heavy) — запущался пять раз. Кстати, рекорд для данной ракеты.

Пуски РН



В 2023 году «Спейс-Экс» довела свой рекорд многозапусков до 19 полётов первой ступени (ступень В1058). Увы, но этой ступени не суждено установить ещё один рекорд — после успешной посадки на морскую платформу при транспортировке в порт назначения из-за сильного волнения на море ступень упала и в дальнейшем не сможет эксплуатироваться. А на неё в «Спейс-Экс» были большие планы.

На втором месте ракеты семейства «Чанчжэн» (кит. упр. 长征) в различных версиях. На их долю пришлось 47 старта. Кстати, общее количество пусков ракет этого семейства перевалило за 500.

Третье место занимают российские ракеты семейства «Союз» в версиях 2.1 а, 2.1 б, 2.1 в. Было выполнено 17 запусков.

На четвёртом месте РН «Электрон» (9 пусков), на пятом — РН «Гушэньсин-1» (кит. trad. 谷神星一号) (7 пусков), на шестом — РН «Куайчжоу-1 А» (кит. 快舟一號А) (6 пусков).

Все прочие носители запускались один-два-три раза.

Из новостей, относящихся к носителям, следует отметить первые успешные полёты китайской ракеты на метане «Чжужоу-2», в этом вопросе китайцы опередили всех конкурентов, а также ввод в строй действующих сразу двух ракет китайских частных компаний, стартующих с «морского космодрома»: морская версия ракеты «Шуанцзюйсянь-1 С» (кит. 双曲线一号 С) и «Цзелун-3» (кит. 捷龙三号). Впервые в арсенале одной страны оказалось сразу несколько ракет, которые могут использовать морскую платформу для запуска спутников.

Создала ракету, способную стартовать с «морского космодрома» создала и Южная Корея. У неё пока нет даже собственного имени, используется обозначение GYUB. Первый её пуск оказался неожиданным практически для всех экспертов. Но она полетела. И даже вывела спутник на околоземную орбиту.

Также в списке космических носителей теперь фигурируют иранская РН «Гаем-100», северокорейская «Чхоллима-1» и некоторые другие.

А вот ряд ракет покинули сей список.

Совершила свой последний полёт РН «Ариан-5» (англ. Ariane-5). В дальнейшем Европа планирует использовать вместо неё РН «Ариан-6». В последний раз стартовала и РН «Антарес-230» (англ. Antares-230+).

Начиная с 2024 года будет стартовать РН «Антарес-330» (англ. Antares-330). Её отличием от предшественницы стане новая первая ступень, которую изготовит компания «Файерфлай Аэроспейс» (англ. Firefly Aerospace). Компания «Вирджин Орбит» отказалась от эксплуатации РН «ЛончерВан», также как и от иной пусковой деятельности.

В качестве стартовых площадок в 2023 г. было использовано 24 космодрома, в т. ч. один «воздушный» и три «морских».

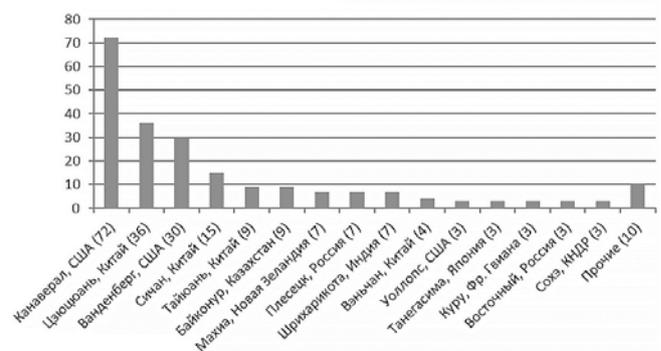
Наиболее активным космодромом в минувшем году оставался мыс Канаверал (шт. Флорида, США). Из Космического центра имени Кеннеди и со Станции Космических сил (КС) США стартовали в общей сложности 72 ракеты, превывсив показатель предыдущего года на 15 единиц.

Второе место, как и все три последние года, уверенно занимает китайский космодром Цзюцюань — 36 стартов, на 11 больше, чем за год до этого.

Сильно прибавил занимающий третье место космодром на Базе КС США «Ванденберг» (шт. Калифорния, США) — 30 запусков. В абсолютных цифрах это плюс 14 стартов, в относительных — плюс 87,5%.

Четвёртое место у китайского космодрома Сичан — 15 запусков, пятое-шестое — у ещё одного китайского космодрома Тайюань и у арендуемого Россией космодрома Байконур в Казахстане. В их активе по 9 стартов.

Количество запусков РН с различных космодромов



Далее следуют космодром Махиа в Новой Зеландии (7 запусков), российский космодром Плесецк (7 запусков), индийский Космический центр имени Сатиша Дхавана на о. Шрихарикота (7 запусков), китайский космодром Вэньчан (4 запуска), американский Среднеатлантический региональный космодром на о. Уоллопс (шт. Вирджиния, США) (3 запуска), японский космодром Танегасима (3 запуска), космодром Куру во Французской Гвиане (3 запуска), северокорейский космодром Сохэ (3 запуска), российский космодром Восточный (3 запуска).

На долю прочих стартовых площадок приходится 10 стартов.

В подавляющем большинстве для запуска космических носителей использовались уже давно эксплуатируемые космодромы. Из новых стартовых площадок следует отметить иранский космодром Шахруд, аэро-

дром Корнуолл в Великобритании, откуда взлетел самолёт-носитель В-747 с РН «ЛончерВан», а также южнокорейскую и китайскую морские платформы в Корейском проливе и в Южно-Китайском море соответственно. Для четырёх последних состоявшихся пуски стали первыми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наступивший год не сулит нам каких-либо масштабных изменений в мировой космонавтике. Человечество по-прежнему будет сосредоточено на решении своих земных проблем, а дела в космосе будут идти постольку-поскольку.

Но, тем не менее, кое-что интересное может произойти. И обязательно произойдёт несмотря ни на что. Мы когда-то вышли в космос не для того, чтобы остановиться на бесконечном пути познания Вселенной.

Так что же можно ждать в новом году?

Во-первых, весьма вероятно, что в 2024 году ракеты будут стартовать ещё чаще, чем в минувшем году. Это диктуется необходимостью развёртывания многочисленных спутниковых группировок в США и Китае. Может быть, к ним присоединится и Россия. Да и иные программы потребуют новых стартов.

Во-вторых, можно надеяться, что научится летать система «Супер Хэви/Старшип». Вероятнее всего,

потребуется ещё два-три старта, чтобы устранить те недочёты, которые выявились во время первых двух испытаний. А потом ракета полетит. Обязательно полетит.

В-третьих, хочется наконец-то увидеть старт корабля «Старлайнер» с космонавтами на борту. Не для того в него вложили такие большие средства, чтобы остановиться на пол пути.

Кроме того, конечно же, будем уповать на то, что космос и дальше останется мирным и мы не станем свидетелями гонки вооружений в космосе. Должен же здравый смысл восторжествовать над безумием.

Это основные конкретные ожидания от наступившего года.

Ну и по мелочам...

Как обычно, хочется, чтобы поменьше было аварий с космической техникой. Меньше на всех этапах, и при старте, и при развёртывании.

Хочется увидеть успешные миссии на Луну. Их ожидается чуть ли не десяток. Правда, на проведение миссии «Артемида-2» практически нет надежды. Вероятнее всего, она состоится в 2025 году. Но наступивший год должен принести определенность в сроках возвращения человека на Луну.

И, наконец, хочется надеяться на чудо, на событие, которого мы совсем не ожидаем, но которое откроет новый этап в освоении космоса.

Список использованных источников

1. Downport, Christian. SpaceX's Starshiplifts off successfully, but explodes in first flight.//The Washington Post, April 20, 2023.
2. Skipper, Joe, Roulette, Joey. SpaceX Starshiplaunch failed minutes after reaching space.//Reuters, November 18, 2023.
3. Стрекопытов, Владислав. Главный космический старт года.//РИА Новости, 11 августа 2023 г.
4. Определено точное место и время падения «Луны-25».//ТАСС, 21 августа 2023 г.
5. «Луна-25»: предварительные результаты работы по выяснению причин нештатного функционирования станции.//Роскосмос, 3 октября 2023 г. Дата обращения 25 декабря 2023 г.
6. Clark, Stephen. Scientists just opened the lid to NASA's asteroid sample canister.//Ars Technica, September 27, 2023.
7. India's Moon mission: four things Chandrayaan-3 has taught scientists.//Nature, September 8, 2023.
8. Войтюк, Александр. Межпланетная станция Psyche запущена в космос.//N+1, 13 октября 2023 г.
9. Детинич, Геннадий. ЕКА запустило зонд JUICE.//3DNews, 14 апреля 2023 г.
10. Ячменникова, Наталья. Повреждённый «Союз МС-22» вернулся на Землю.//Российская газета, 28 марта 2023 г.
11. В Китае запустили первую в мире космическую ракету с метановым двигателем.//Aviation Explorer, 12 июля 2023 г.
12. Miller, Katrina. Euclid Telescope Dazzles With Detailed First Images of Our Universe.//The New York Times, November 7, 2023.
13. Aditya L1 spacecraft launched successfully.//The Economic Times, September 4, 2023.
14. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2022 году//Инновации, 2023, № 1 (291), с. 17–25.
15. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2021 году//Инновации, 2021, № 11 (277), с. 3–11.
16. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2020 году//Инновации, 2020, № 11 (265), с. 30–40.
17. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2019 году//Инновации, 2020, № 1 (255), с. 27–33.

References

1. Downport, Christian. SpaceX's Starshiplifts off successfully, but explodes in first flight.//The Washington Post, April 20, 2023.
2. Skipper, Joe, Roulette, Joey. SpaceX Starshiplaunch failed minutes after reaching space.//Reuters, November 18, 2023.
3. Strekoptyatov, Vladislav. The main spacelaunch of the year.//RIA Novosti. August 11, 2023.
4. The exact place and time of the fall of Luna-25 has been determined.//TASS, August 21, 2023.
5. "Luna-25": preliminary results of work to determine the reasons for the abnormal functioning of the station.//Roscosmos, October 3, 2023.
6. Clark, Stephen. Scientists just opened the lid to NASA's asteroid sample canister.//Ars Technica, September 27, 2023.
7. India's Moon mission: four things Chandrayaan-3 has taught scientists.//Nature, September 8, 2023.
8. Voytyuk, Aleksandr. Interplanetary station Psyche launched into space.//N+1, October 13, 2023.
9. Detynich, Gennady. ESA launches JUICE probe.//3DNews, April 14, 2023.
10. Yachmennikova, Nataly. The damaged Soyuz MS-22 returned to Earth.//Russian gazeta, March 28, 2023.
11. China launched the world's first methane-powered space rocket.//Aviation Explorer, July 12, 2023.
12. Miller, Katrina. Euclid Telescope Dazzles With Detailed First Images of Our Universe.//The New York Times, November 7, 2023.
13. Aditya L1 spacecraft launched successfully.//The Economic Times, September 4, 2023.
14. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of world in 2022//Innovayions, 2023, № 1 (291), p. 17–25.
15. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of world in 2021//Innovayions, 2021, № 11 (277), p. 3–11.
16. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of world in 2020//Innovayions, 2020, № 11 (265), p. 30–40.
17. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of the world in 2019//Innovayions, 2020, № 1 (255), p. 27–30.