

Космическая деятельность стран мира в 2020 году

Cosmic activities countries of the world in 2020

doi 10.26310/2071-3010.2020.265.11.006

**А. Б. Железняков,**

советник директора — главного конструктора, Центральный научно-исследовательский институт 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 2020 году. Дан анализ изменений, происшедших в течение года, и прогноз развития событий в 2021 году.

The summarized information on results of space activity of the countries worldwide in 2020 is presented in this work. Analysis of the changes within the year and the perspectives of astronautics development in 2021 are given.

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

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

Кто бы мог подумать, что 2020 год так изменит нашу жизнь. То, что ещё недавно казалось важным, в одночасье стало второстепенным, и, наоборот, ранее едва заметное приобрело глобальный масштаб. Мы отказались от многого, к чему раньше привыкли. Многие из нас перешли на «удалённую работу». Мы стали реже встречаться с друзьями и знакомыми, заменяя общение через современные средства связи личные контакты. Мы «шарахаемся» от незнакомых людей, соблюдая «социальную дистанцию». Мы перестали ездить в другие страны и «открывать» для себя новые земли.

А виной всему оказался всего-навсего невидимый невооружённым глазом вирус SARS-CoV-2¹, породивший пандемию COVID-19². Это он заставил человечество спрятать своё «истинное лицо» под медицинскими масками. Его воздействие на мировую цивилизацию оказалось сравнимо с самыми значительными потрясениями в истории, типа мировых войн.

Мы ещё не скоро поймём, что же произошло (и пока ещё происходит) на самом деле. Был ли это очередной «мировой заговор» или природа напомнила людям, «кто в доме хозяин». Или нечто другое случилось.

Как бы то ни было, удар оказался весьма чувствительным. Из-за ограничительных мер, призванных остановить распространением «заразы», серьёзно пострадала мировая экономика. Падение в разных странах составило от 5 до 25% ВВП³. И это только по официальным данным. В реальности цифры могут быть ещё страшнее.

Пострадала и космонавтика. К счастью, не так сильно, как другие сектора экономики. Тем не менее, реализация многих программ замедлилась, сроки запуска ряда космических аппаратов сдвинулись вправо. Причём, весьма существенно.

Несмотря на кризис, мировая космонавтика развивалась. В разных странах по-разному. Но это, как обычно.

Об основных достижениях космической отрасли в 2020 году будет рассказано в первом разделе обзора. Ну, а как дела пойдут дальше, покажет будущее. Наше с вами будущее.

I. ОСНОВНЫЕ СОБЫТИЯ ГОДА

Ушедший год, несмотря ни на что, оказался весьма интересным. Пусть не всё удалось, не все наши чаяния сбылись, но на космических просторах произошло много такого, что оставит свой след в истории покорения Вселенной. Или, по крайней мере, запомнится нам надолго.

У США вновь есть пилотируемый корабль

В минувшем году США вновь обрели возможность отправлять своих космонавтов на орбиту. Для американцев это событие стало знаковым. Да и для всего остального мира первый полёт с космонавтами на борту корабля «Крю Дрэгон» (англ. *Crew Dragon*) не остался незамеченным. Надо признать, что эта миссия существенно изменила картину в мировой пилотируемой космонавтике. И не столько в году минувшем, как на ближайшие годы.

Перерыв между моментом вывода из эксплуатации кораблей многократного использования системы «Спейс Шаттл» (англ. *Space Shuttle*) и моментом начала полётов кораблей «Крю Дрэгон» стал самым длительным в истории американской пилотируемой космонавтики. Он длился девять лет. Для справки: предыдущий «рекорд», когда происходила смена космической техни-

¹ SSARS-CoV-2 (аббревиатура от англ. Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2) — оболочечный одноцепочный (+)РНК-вирус, относящийся к роду Betacoronavirus. Впервые выявлен 31 декабря 2019 года, вызывает опасное инфекционное заболевание COVID-19.

² COVID-19 (аббревиатура от англ. Corona Virus Disease 2019) — потенциально опасная респираторная инфекция, вызываемая вирусом SARS-CoV-2.

³ ВВП — Валовой внутренний продукт.

ки, составлял более шести лет (1975–1981 годы), между последним полётом корабля «Аполлон» (англ. *Apollo*) и первым полётом системы «Спейс Шаттл».

Полёт «Крю Дрэгон» также примечателен тем, что этот корабль стал первым, созданием которого занималось не правительственное космическое агентство, а частная компания «Спейс-Экс» (англ. *SpaceX*). Конечно, NASA активно помогало частникам, но корабль всё-таки делали они.

Создание пилотируемой машины в «Спейс-Экс» начали в 2014 году. Это официальная дата начала работ, после получения контракта от NASA¹. Фактически работы начались за пару-тройку лет до этого.

Согласно полученному контракту «Спейс-Экс» должна была построить корабль, предназначенный для доставки экипажей на борт МКС². Корабль проектировался на семь человек. Но по требованию NASA на станцию будут летать экипажи из четырёх космонавтов. Сделано это из соображений безопасности.

Разработка пилотируемого корабля велась достаточно активно, однако выдержать запланированные сроки не удалось — вместо 2017 года в первый рейс машина отправилась в 2019 году. Это был беспилотный рейс, который прошёл к тому же с рядом замечаний. Тем не менее, «Спейс-Экс» посчитала, что они не являются препятствием для пилотируемого полёта и в следующий раз, 30 мая 2020 года, отправила корабль в космос с космонавтами на борту.

Несмотря на то, что миссия была испытательной, корабль состыковался с МКС и два космонавта пробыли на её борту два месяца. Не так уж и мало для тестового полёта.

А в ноябре 2020 года корабль вошёл в штатную эксплуатацию, доставив на борт станции четырёх членов экипажа МКС. Следующий экипаж отправится в космос в апреле 2021 года.

В планах компании «Спейс-Экс» полёты кораблей «Крю Дрэгон» не только по заказу NASA, но и в собственных интересах. Уже заключены контракты на вывоз туристов на орбиту, на съёмку эпизодов художественного фильма, на экспедицию к Луне. Правда, последний контракт вызывает некоторые сомнения в его осуществимости.

Тем не менее, появление на космических орбитах корабля «Крю Дрэгон» нанесли удар по фактической монополии Роскосмоса на доставку людей в космос. Теперь экипажи МКС будут отправляться в полёт не только на «Союзах», но и на «Крю Дрэгон», а также на кораблях «Старлайнер» (англ. *Starliner*) от компании «Боинг» (англ. *Boeing*), которые, дай Бог, полетят в 2021 году.

И не стоит себя тешить надеждой, что места в «Союзах» будут раскупаться как «горячие пирожки» космическими туристами. Удовольствие это весьма дорогое и спрос весьма ограничен. Очень немногие готовы заплатить десятки миллионов долларов (цены имеют одинаковый порядок, что у нас, что у американцев), чтобы полюбоваться на нашу планету со стороны.

И последнее о «Крю Дрэгон». Помимо пилотируемой версии корабля, создан и его грузовой вариант «Карго Дрэгон» (англ. *Cargo Dragon*). В первый раз «грузовик» отправился в полёт 6 декабря 2020 года. Все дальнейшие миссии по снабжению МКС компания «Спейс-Экс» будет осуществлять с помощью новой машины.

Миссия «Чаньэ-5»

В августе 1976 года возвращаемый аппарат советской автоматической межпланетной станции «Луна-24» доставил на Землю 170 грамм лунного грунта. Это была последняя «доставка» той эпохи, эпохи «лунного противостояния» СССР и США. Американцы в последний раз привезли лунный грунт за четыре года до этого, во время крайней высадки космонавтов на Луну в декабре 1972 года.

С тех пор ни мы, ни американцы не ставили своей задачей пополнить коллекцию лунного реголита новыми образцами. А вот китайцы такую цель перед собой поставили. И упорно к ней шли: 2007 год — вывод станции «Чаньэ-1» (кит. трад. 嫦娥一號) на селеноцентрическую орбиту; 2013 год — мягкая посадка станции «Чаньэ-3» (кит. трад. 嫦娥三號) на Луну; 2014 год — облёт Луны и возвращение станции «Чаньэ-5 Т1» (кит. упр. 嫦娥五号T1) на Землю. Полёт «Чаньэ-5» (кит. трад. 嫦娥五號) стал завершающей миссией первого этапа китайской лунной программы.

Первоначально запуск «Чаньэ-5» был запланирован на 2017 год. Но китайцы решили не спешить и продолжить тщательную подготовку полёта. В связи с чем сроки начала миссии сначала сдвинулись на 2019 год, а потом и на 2020 год.

Станция «Чаньэ-5» стартовала 23 ноября с космодрома Вэньчан. И запуск, и выведение космического аппарата на траекторию полёта к Луне прошли в штатном режиме.

Перелёт занял 112 часов. На селеноцентрическую орбиту станция вышла 28 ноября, а спустя два дня от неё отделился посадочный модуль. 1 декабря модуль совершил мягкую посадку на лунную поверхность в районе пика Рюмкера в Океане Бурь.

Два дня потребовалось на бурение лунной тверди и забора образцов подповерхностного грунта. Камни собирали и с самой поверхности Луны с помощью специального манипулятора.

Всё собранное поместили внутрь герметичного контейнера на взлётной ступени, которая стартовала с поверхности Луны 3 декабря. Через три дня она состыковалась с орбитально-возвращаемым аппаратом. Все дни, пока велась работа на Луне, он кружил по селеноцентрической орбите. Спустя некоторое время контейнер с образцами был перегружен из взлётного модуля в возвращаемый аппарат. После этого взлётный модуль отстыковали и 8 декабря «уронили» на лунную поверхность «за ненадобностью».

¹ NASA — сокр. от аббревиатуры National Aeronautics and Space Administration («Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства»).

² МКС — Международная космическая станция.

Орбитально-возвращаемый модуль стартовал с селеноцентрической орбиты в сторону Земли 13 декабря и спустя трое суток успешно приземлился на территории Китая. На Землю доставлены почти два килограмма лунного грунта. Его передадут ряду научных лабораторий, которые займутся их изучением. Китайцы обещали поделиться привезенными образцами с российскими и американскими учёными, которые проведут сравнительный анализ грунта, взятого из разных точек лунной поверхности.

После того, как был отделён возвращаемый аппарат, орбитальный модуль выполнил манёвр, чтобы не войти в земную атмосферу, и продолжил свой полёт. В планах китайских специалистов вывод его в точку либрации L_1 и дальнейшее его использования в научных целях и для проверки новых технологий.

В ближайшее время Китай намерен перейти ко второму этапу своей лунной программы, предусматривающей отправку человека на поверхность «ночного светила». И нельзя исключить, что в этом они могут опередить даже американцев. Ну, а у других «претендентов» шансов стать победителями в «лунной гонке XXI века», можно считать, нет никаких.

Марсианская «троица»

По всем законам небесной механики, минувший год был благоприятным для отправки земных посланцев к Марсу. Этим не преминули воспользоваться сразу три страны: США, Китай и ...Объединённые Арабские Эмираты. Предполагалось, что «марсианская флотилия» будет насчитывать четыре аппарата. Но российско-европейский «ЭкзоМарс» не смогли вовремя подготовить из-за проблем с парашютной системой посадочной платформы и старт отложили на два года.

А вот все остальные аппараты благополучно «легли на курс». Их прибытие в пункт назначения ожидается весной наступившего года.

Первым в путь отправился эмиратский зонд «Аль-Амаль» (араб. الأمل). На русский язык название аппарата переводится как «Надежда».

Это первый межпланетный зонд не только в Эмиратах, но и во всём арабском мире. Создали его в Космическом центре Мохаммеда ибн Рашида. Но в работах приняли активное участие американская Лаборатория реактивного движения, Калифорнийский университет, университеты штатов Колорадо и Аризоны, а также ряд других американских организаций. Без этой помощи запуск эмиратского зонда вряд ли бы состоялся.

Задачей «Аль-Амалы» является создание полной картины атмосферы Красной планеты. Зонд будет исследовать, как погода меняется в течение суток и года, изучать метеорологические явления в нижних слоях атмосферы, такие как пылевые бури.

С отправкой зонда к Марсу арабам помогли японцы — в космос аппарат был выведен 19 июня с помощью ракеты-носителя Н-2А (япон. ロケット). Запуск был осуществлён с космодрома Танегасима.

Спустя четыре дня после эмиратского зонда, 23 июля, в космос ушёл китайский аппарат «Тяньвэнь-1» (кит. trad. 天問一號). Старт приурочили

к 100-летию юбилею Коммунистической партии Китая, который отмечали 1 июля. «Тяньвэнь-1» был запущен с космодрома Вэньчан с помощью ракеты-носителя «Чанчжэн-5» (кит. trad. 長征五号).

Основной задачей проекта является глобальное обследование планеты с ареоцентрической орбиты и детальное изучение одного из районов на поверхности с помощью марсохода. Программа исследований включает в себя картирование морфологии и геологической структуры Марса, изучение характеристик поверхностного слоя и распределения водяного льда в нём, анализ состава грунта, измерение параметров марсианской ионосферы, электромагнитного и гравитационного полей, получение информации о климате.

В феврале 2021 года «Тяньвэнь-1» должен достигнуть окрестностей Марса и выйти на орбиту вокруг Красной планеты. Более двух месяцев потребуются для формирования рабочей орбиты зонда и уточнения района посадки.

23 апреля от орбитального модуля произойдёт отделение спускаемого аппарата, который через несколько часов должен совершить посадку на планете. После посадки марсоход по трапу съедет с платформы и начнёт свою программу исследований.

Расчётный срок функционирования марсохода — три месяца. Но мы прекрасно помним, что на такой же срок были рассчитаны и американские марсоходы «Спирит» (англ. *Spirit*) и «Оппортьюнити» (англ. *Opportunity*). Тем не менее, они проработали более 6 лет и более 14 лет соответственно. Поэтому и от китайского марсохода можно ожидать превышения расчётных сроков.

Наконец, 30 июля стартовала американская марсианская миссия «Марс 2020» (англ. *Mars 2020 Rover Mission*), предусматривающая доставку на Марс марсохода «Персеверанс» (англ. *Perseverance*). Это будет пятый американский марсоход. Естественно, в случае успеха.

«Персеверанс» предназначен для астробиологических исследований древней среды на Марсе, геологических процессов и истории, в том числе оценки прошлой обитаемости планеты и поиска доказательств жизни в пределах доступных геологических материалов.

Кроме того, марсоход должен будет собрать образцы грунта, которые планируется отправить на Землю в рамках миссии «Марс Сэмпл Ретьюрн» (англ. *Mars Sample Return*). Правда, окончательного решения об этой возвратной миссии ещё не принято. И нет никакой гарантии в том, что она состоится. Если это произойдёт, то старт миссии должен состояться в 2026 году, а на Землю образцы предположительно придут в 2031 году.

На борту «Персеверанса» размещён роботизированный вертолёт-разведчик «Инженьюити» (англ. *Ingenuity*), который будет искать возможные цели на поверхности Марса для последующего передвижения марсохода. Это первый летательный аппарат, который будет работать в атмосфере другой планеты (не считая аэростатов в атмосфере Венеры). По результатам работы вертолёта будет оценена перспективность данной технологии.

И ещё одна деталь американской миссии, о которой хотелось бы упомянуть. На марсоходе размещён

микрочип, на котором записаны имена 10.932.295 землян, решивших «вписать своё имя» в историю освоения Марса. Все они заполнили в своё время специальную форму на сайте американского аэрокосмического ведомства и вместе с «Персеверансе» отправились на Красную планету.

Пожелаем успеха и эмиратской, и китайской, и американской миссиям, и будем с нетерпением ждать результатов работы земной флотилии на Марсе и в окрестностях его.

Грунт взят (миссия OSIRIS-Rex)¹

20 октября 2020 года был произведён успешный забор грунта с поверхности астероида (101955) Бенну. Сделать это удалось американской межпланетной станции OSIRIS-Rex, прибывшей к малой планете десятью месяцами ранее.

Космический аппарат с Земли 8 сентября 2016 года. Для перелета к месту назначения ему потребовалось два года, на орбиту вокруг астероида он вышел в последний день 2018 года. Бенну стал самым маленьким (диаметр астероида 560 метров) из небесных тел, «получившим» собственный искусственный спутник.

Несколько месяцев шло изучение малой планеты с близкого расстояния, а 20 октября минувшего года произошёл контакт станции с астероидом, во время которого и состоялся забор образцов грунта. Забор производился с помощью устройства, состоявшего из блока забора проб и раскладного манипулятора длиной 3,35 метра, который позволил установить пробоотборник на поверхность астероида, не осуществляя посадку всего аппарата на его поверхности. Для облегчения процесса сбора проб реголит переносился в ловушку при помощи сжатого азота, запас которого находился на зонде. Весь процесс документировался одной из трёх бортовых камер.

По предварительным оценкам, было собрано гораздо больше образцов грунта, чем планировалось. В результате, некоторое количество осколков стало вылетать из контейнера. Это удалось выяснить фотографированием блока. Чтобы сохранить вещество и не растерять его по дороге, было решено не выполнять так называемые «повороты Осириса», запланированные для определения массы забранного материала, а упаковать блок в капсулу и на этом операцию завершить. Так и поступили. Каков истинный вес собранных образцов, выяснят уже на Земле.

Спустя несколько дней после проведения операции по забору образцов возвращаемый аппарат станции отправился в сторону дома. Его посадка в штате Юта запланирована на 2023 год.

Грунт прибыл (миссия «Хаябусы-2»)

И ещё об астероидах.

В конце 2020 года завершилась миссия (хотя, правильнее будет сказать, завершился очередной этап

миссии) японского межпланетного зонда «Хаябуса-2» (яп. *はやぶさ2*). Вечером 5 декабря от зонда отделился спускаемый аппарат, который спустя несколько часов приземлился на полигоне Вумера в Австралии. На Землю были доставлены образцы грунта с поверхности небольшого астероида (162173) Рюгу.

Эта малая планета была открыта в 1999 году, но своё официальное название получила только в октябре 2015 года, когда миссия «Хаябусы-2» уже началась. Диаметр астероида оценивается в 920 метров. В перигелии орбита Рюгу заходит внутрь орбиты Земли, а в афелии касается орбиты Марса.

Миссия «Хаябусы-2» началась 3 декабря 2014 года запуском зонда с космодрома Танегасима. В окрестности астероида Рюгу космический аппарат прибыл летом 2018 года, через четыре года после старта.

Самое интересное началось 21 сентября 2018 года, когда были сброшены подпрыгивающие посадочные модули-роботы «Ровер-1 А» и «Ровер-1 Б» (англ. Rover-1A & Rover-1B). Они опустились на поверхность и передали оттуда первые снимки мира Рюгу.

3 октября того же года на астероид совершил посадку модуль MASCOT², разработанный и изготовленный специалистами германского и французского космических агентств. Робот проработал на поверхности небесного тела более 17 часов. За это время модуль трижды менял свое местоположение, успешно выполнил запланированные исследования состава грунта и свойств астероида. Собранные данные были переданы на орбитальный аппарат.

22 февраля 2019 года зонд опустился на относительно ровную шестиметровую посадку 900-метрового астероида. Затем последовал выстрел в поверхность стержнями из тантала. Образовавшиеся в результате соударения осколки были собраны специальными ковшами. Собрав образцы, «Хаябусы-2» вновь отправился на орбиту вокруг небесного тела.

5 апреля на поверхность астероида с высоты 500 метров был сброшен 4,5-килограммовый заряд взрывчатки. При соударении произошёл взрыв, который образовал на поверхности небольшой кратер.

11 июля зонд повторно сел на астероид в 20 метрах от «рукотворного кратера» и собрал осколки, которые были выброшены из глубины небесного тела на его поверхность.

В ноябре 2019 года «Хаябусы-2» завершил изучение астероида Рюгу и взял курс на Землю. Перелёт занял год с лишним и завершился успешной посадкой капсулы с образцами.

Теперь с соблюдением всех мер предосторожности предстоит вскрыть капсулу, извлечь образцы и изучить их. На это уйдет довольно много времени. Но специалисты полагают, что их ожидания оправдаются и они узнают много нового из истории возникновения Солнечной системы.

А сам зонд, сбросив возвращаемый аппарат, совершил маневр в гравитационном поле Земли и отправился дальше, к «новым рубежам». В июле 2026 года ему

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

² MASCOT — сокр. от англ. Mobile Asteroid Surface Scout («Мобильный исследователь поверхности астероида»).

предстоит пролететь близ астероида (98943) 2001 CC₂₁, а в июле 2031 года сблизится с астероидом 1998 KY₂₆. Если всё получится, то и на эту малую планету «Хаябуса-2» совершит посадку. Ну что ж, подождём.

Созвездие «Старлинков»

Рассказывая об ушедшем годе, никак нельзя обойти вниманием появление на околоземной орбите сотен спутников системы «Старлинк» (англ. *Starlink*), создаваемой Илоном Маском (англ. *Elon Musk*). Если быть совсем точным, то в 2020 году было запущено 835 космических аппаратов этого типа. А всего планируется до середины 2020-х годов вывести на орбиту около 12 тысяч (!) спутников этого созвездия. Уже ведутся разговоры о дополнении системы ещё 30 тысячами (!) космических аппаратов. Если это случится, то через 10 лет в космосе будет «не протолкнуться».

Система «Старлинк» — глобальная спутниковая система, разворачиваемая компанией «Спейс-Экс» для обеспечения высокоскоростным широкополосным доступом в Интернет в местах, где он был ненадёжным, дорогим или полностью недоступным.

Разработка проекта началась в 2015 году, два первых экспериментальных аппарата были запущены в 2018 году. В мае 2019 года состоялся запуск первых шестидесяти аппаратов-прототипов, а в ноябре того же года началось полномасштабное развертывание спутниковой группировки.

В 2020 году состоялось 14 запусков, в каждом из которых на орбиту выводилось по 60 спутников (в трёх запусках число «Старлинков» было чуть меньше, два раза по 58 и один раз — 57). Хотя в манифесте компании «Спейс-Экс» на 2020 год значились 24 пуска. Но у компании в минувшем году было очень много другой работы. Так что задержка в запусках вполне объяснима.

Спутники «Старлинк» оснащены электростатическими двигателями, работающими на эффекте Холла, с использованием криптона. Собственные двигатели позволяют спутникам поднимать на орбиту, маневрировать в космосе и сходиться с орбиты в конце срока функционирования. Масса спутников — 260 килограммов, форма — в виде плоской панели. На каждом аппарате установлена одна солнечная батарея, четыре фазированные решётки, датчики ориентации по звёздам.

Согласно прогнозу, система «Старлинк» обеспечит до 50% всего Интернет-трафика.

Система не будет напрямую подключаться от своих спутников к телефонам, в отличие от систем связи «Иридиум» (англ. *Iridium*), «Глобалстар» (англ. *Globalstar*) и других. Вместо этого она будет привязана к пользовательским терминалам размером с коробку пиццы, которые будут иметь фазированные антенные решётки и отслеживать спутники. Терминалы можно установить везде, откуда они могут видеть спутники напрямую.

Система «Старлинк» не единственная, которую планируется развернуть в ближайшее время для ши-

рокопосного доступа к Интернету. Также в 2020 году начались запуски британских спутников «ВанВэб» (англ. *OneWeb*). Правда, удалось запустить гораздо меньше космических аппаратов, чем планировалось — неожиданно компания «ВанВэб» обанкротилась. Сейчас она сменила владельцев и старты возобновляются. Но как дела будут складываться дальше, пока неясно.

Планы по развертыванию многоспутниковых систем имеют Китай и Россия.

Возможно, китайцы начнут запускать свои спутники уже в 2021 году. Для этого у них есть все возможности. Да и экспериментальные космические аппараты уже проходят лётные испытания.

России для начала развёртывания спутниковой группировки «Сфера» из 600 спутников потребуются гораздо больше времени. Да и то, если в Роскосмосе «не изменится концепция» и не появится еще более глобальный проект с тысячами спутников, которые ещё предстоит разработать.

Но вряд ли кто-нибудь из всех этих проектов сможет конкурировать с системой «Старлинк» по глобальности охвата. Уж очень ретиво Илон Маск взялся за дело. Ну что тут скажешь, молодец!

Для исследования Солнца

В минувшем году пополнилась «эскадра» земных аппаратов, предназначенных для изучения Солнца — стартовала европейско-американская миссия «Солар Орбитер» (англ. *Solar Orbiter*). Это первая миссия среднего класса «Космик Визион» (англ. *Cosmic Vision*¹).

Предполагается, что «Солар Орбитер» выйдет на эллиптическую гелиоцентрическую орбиту с большим наклоном и перигелием внутри орбиты Меркурия. Но на это ему потребуется 3,5 года и неоднократные маневры в гравитационных полях Земли и Венеры. Первый из них состоялся 27 декабря.

Целью миссии является проведение исследований Солнца и его внутренней гелиосферы с высоким разрешением.

Космический аппарат будет приближаться к светилу каждые шесть месяцев. Орбита будет сформирована таким образом, чтобы «Солар Орбитер» многократно проходил над одними и теми же областями на Солнце, что позволит их повторно исследовать.

Расчетный срок работы аппарата — 7 лет. В этот период планируется за счёт гравитационного поля Венеры поднять наклонение орбиты аппарата от 0° до 24°. Если же миссия будет продлена, то наклонение орбиты может быть увеличено до 33°.

Такое наклонение позволит наблюдать полярные области Солнца, недоступные с Земли и других мест эклиптики. Космический аппарат будет выполнять детальные измерения внутренней гелиосферы и зарождающегося солнечного ветра, а также вести наблюдения полярных областей Солнца, которые трудно делать с Земли. Все эти исследования помогут ответить на вопрос «Как Солнце создает и контролирует гелиосферу?»

¹ Cosmic Vision — третья программа фундаментальных космических исследований Европейского космического агентства на 2015-2025 годы.

Планируется, что «Солар Орбитер» будет вести совместные исследования с американским солнечным зондом «Паркер» (англ. *Parker*), находящимся на гелиоцентрической орбите с 2018 года.

Второй полёт тяжелой «Ангары»

На исходе минувшего года состоялся долгожданный полёт тяжелой «Ангары». Второй в рамках лётных испытаний. К счастью, всё прошло благополучно и на геостационарную орбиту был выведен макет полезной нагрузки.

Всё бы хорошо, если бы не ряд «но».

Во-первых, этот полёт, рядовой с точки зрения развития космонавтики, стал самым крупным достижением отечественной космонавтики в 2020 году. Больше нам похвастаться нечем. И это в то время, когда космонавтики других стран продемонстрировали действительно впечатляющие вещи.

Во-вторых, настораживает срок, прошедший со времени первого пуска этого нового российского носителя. Шесть лет! За этот срок когда-то разрабатывали новые ракеты «с нуля». А теперь они летают раз в шесть лет. И считаются новыми.

В-третьих, в 2020 году вдруг выясняется, что первый пуск тяжелой «Ангары» в 2014 году был не таким уж и успешным, как об этом тогда сообщалось. Оказывается, к ракете были «серьёзные замечания». Например, в тот раз не удалось вывести на геостационарную орбиту полезную нагрузку той массы, которая была указана в техническом задании. В результате, ракету пришлось дорабатывать. На что и ушло шесть лет. Ничего себе «пельмешек».

Конечно, «Ангару» научат летать. Слишком много денег в неё вложено, чтобы отказаться от ракеты. Вот только уверенности в том, что она поможет России стать лидером в космосе, у меня почему-то нет.

Система «Бейдоу» стала глобальной

Запуск китайской навигационной системы «Бейдоу-3» (кит. трад. 北斗三号) на фоне других достижений китайской космонавтики прошёл практически незамеченным. Однако, это событие имеет (и будет иметь в будущем) довольно большое значение. У российского ГЛОНАССа¹, американской GPS² и европейской «Галилео» (англ. *Galileo*) появился весьма сильный конкурент, который активно будет продвигать свою разработку. А если вспомнить о засылке китайскими товарами на мировом рынке, можно ожидать, что и с навигационным оборудованием может случиться нечто подобное.

Впрочем, не будем спешить. Пока китайцы ограничивают свою «навигационную экспансию» азиатским регионом. Но уже идут переговоры со странами арабского мира, рядом африканских государств, странами СНГ. С Россией китайцы договорились о совместном использовании двух навигационных систем — ГЛО-

НАСС и «Бейдоу». Кстати, китайские интересы простираются и на арктический регион, что может стать «камнем преткновения» в отношениях между нашими странами. Пока об этом не говорят, но так может быть.

Но давайте от геополитики вернёмся к системе «Бейдоу». Глобальная система включает в себя 35 космических аппаратов (по другим источникам — 36, по третьим — 37). Пять спутников находятся на геостационарной орбите, три — на геосинхронной, 27 — на средней орбите. Несколько спутников, возможно, составят орбитальный резерв.

Первые запуски спутников «Бейдоу-3» начались в 2015 году и с различной интенсивностью шли четыре следующих года. Особенно много спутников — 18 штук — вывели на орбиту в 2018 году.

Ну а закончили пусковую кампанию весной 2020 года. Три месяца — и систему запустили. Теперь будет наблюдать за её становлением.

Аварийный год

К ушедшему году, к сожалению, применим и термин «аварийный год». Такого количества неудачных стартов — 10 — не было уже давно. В последний раз сходную аварийную статистику зафиксировали в 1971 году, когда разбились 13 ракет. Но полвека назад это было объяснимо — мировая космонавтика завершала первый период освоения космического пространства и училась на собственных ошибках. Отсюда и частые аварии, и другие неудачи.

Впрочем, и нынешнему «аварийному обилию» есть кое-какие логические объяснения.

Во-первых, большая часть прошлогодних аварий произошла с ракетами, создаваемыми частными компаниями. Не все из них имеют достаточный опыт разработки сложной ракетно-космической техники.

К тому же среди частных идёт жёсткая конкуренция за рынок пусковых услуг. Особенно в классе лёгких носителей. Зачастую они торопятся с лётными испытаниями. А «сырая» техника имеет стремление подводить своих создателей.

Поэтому и результат, в определённой степени, естественен.

А во-вторых, и от этого никуда не деться, косвенно на рост аварийности повлияла пандемия COVID-19. Те меры, которые пришлось предпринять, чтобы защитить сотрудников от болезни, оказали мощное психологическое воздействие на них. И помешали им с должным вниманием относиться к своей работе. Человек есть человек и он не застрахован от ошибок.

Сочетание этих причин — малого опыта, жёсткой конкуренции и человеческого фактора — и привело к тому, что 10 носителей потерпели аварии и не смогли выполнить свою задачу — доставить полезную нагрузку на орбиту.

Можно порадоваться, что российскую космонавтику сия горькая чаша в 2020 году миновала — все ракеты выполнили свою задачу.

¹ ГЛОНАСС — ГЛОбальная Навигационная Спутниковая Система.

² GPS — аббревиатура от англ. Global Positioning System («Система глобального позиционирования»).

Наш период безаварийности продолжается уже более двух лет. И хочется надеяться, что продлится ещё долго.

Коль речь пошла о неприятностях, надо отметить, что никакая космическая техника не застрахована от аварий. Даже отлаженная и ранее хорошо себя зарекомендовавшая. Это ярко продемонстрировали и уже летавшие много лет ракеты, европейская «Вега» (англ. *Vega*) и китайская «Чанчжэн-3 В» (кит. трад. 长征三號乙). Обе в 2020 году потерпели по одной аварии.

И всё-таки успешно отлетали гораздо больше ракет. В том числе и новых.

II. ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА

В ушедшем году стартовали четыре пилотируемых космических корабля. Это на один запуск больше, чем годом раньше. [1] Но, будем надеяться, меньше, чем будет запущено в 2021 году.

Если количество запусков изменилось незначительно, то «внутренняя» структура пилотируемых стартов скорректировалась существенно: если в 2019 году все корабли были российского производства, то в 2020 году запускались корабли, изготовленные в России и США. Два старта состоялись с космодрома Байконур в Казахстане, а два — из Космического центра имени Кеннеди на мысе Канаверал (шт. Флорида, США).

Кроме того, в феврале и в апреле 2020 года завершились полеты кораблей «Союз МС-13» и «Союз МС-15», начатые ещё в 2019 году. На них из космоса возвратились космонавты Александр Александрович Скворцов, Лука Салво Пармитано (итал. *Luca Salvo Parmitano*), Эндрю Ричард Морган (англ. *Andrew Richard Morgan*), Олег Иванович Скрипочка и Джессика Ульрика Меир (англ. *Jessica Ulrika Meir*), на этих кораблях и отправившиеся в полёт. На борту «Союза МС-13» на Землю также возвратилась Кристина Мэри Хэммок Кох (англ. *Christina Marie Hammock Koch*), стартовавшая еще на корабле «Союз МС-12». А в октябре и в ноябре были запущены корабли «Союз МС-17» и «Резилианс» (англ. *Resilience*), экипажи которых должны вернуться на Землю в 2021 году.

Впервые за последнее десятилетие приходится отмечать, что возможностью регулярно отправлять людей в космос обладает не только Россия, но и США. Китайские запуски пилотируемых кораблей по-прежнему носят эпизодический характер.

Всего за 59 с лишним лет пилотируемых полётов в космос было выполнено 320 успешных запусков кораблей с космонавтами на борту: 165 — в США, 149 — в СССР (России), 6 — в Китае.

* * *

На околоземной орбите в 2020 году работали 18 космонавтов. Это «существенно» больше, чем годом ранее, когда на орбите трудились 11 космонавтов [1].

Из тех, кто побывал на орбите в минувшем году, шестеро имели российское гражданство, десять — американское, по одному — японское и итальянское.

В 2020 году в космос отправились трое «новичков»: россияне Иван Вагнер и Сергей Кудь-Сверчков,

и американец Виктор Джером Гловер (англ. *Victor Jerome Glover*).

Среди тех, кто работал на орбите в 2020 году, были четыре женщины: Кристина Кох, Джессика Меир, Кэтлин Хейлиси Рубинс (англ. *Kathleen Hallisey Rubins*) и Шэннон Бейкер Уолкер (англ. *Shannon Baker Walker*). Все американки.

Семеро космонавтов (больше, чем обычно) — россияне Сергей Рыжиков и Сергей Кудь-Сверчков, американцы Кэтлин Рубинс, Майкл Скотт Хопкинс (англ. *Michael Scott Hopkins*), Виктор Гловер и Шэннон Уолкер, а также японец Соёти Ногутти (яп. 野口聡) — встретили наступление 2021 года на околоземной орбите. Их возвращение на Землю ожидается весной наступившего года.

Общий «налет» в 2020 году составил 1563,3 человека-дня (4,28 человека-лет). Это почти на один человеко-год меньше, чем в 2019 году. Столь значительное сокращение связано с тем, что покупать места на российских «Союзах» американцы прекращают, а «Крю Дрэгон» вступил в эксплуатацию позднее, чем ожидалось. Своеобразная «пересменка» и нашла своё отражение в статистике.

А всего за период с 1961 по 2020 год включительно земляне пробыли в космосе 154,83 человеко-лет.

По состоянию на 1 января 2021 года в орбитальных космических полётах приняли участие 565 человека из 38 стран. Из числа летавших в космос, 502 мужчин и 63 женщины.

* * *

И в 2020 году космонавты по-прежнему «предпочитали» работать внутри МКС. Состоялось восемь выходов в открытый космос — средний уровень всех последних лет.

Один выход был осуществлен из российского модуля «Поиск», семь — из американского модуля «Квест» (англ. *Quest*). Такое же количество раз использовались российские скафандры «Орлан-МКС», и американские ЕМУ.

Во внекорабельной деятельности участвовали восемь космонавтов: пятеро американцев, двое россиян и один итальянец.

Американцы Кристофер Джон Кэссиди (англ. *Christopher John Cassidy*) и Роберт Луис Бенкен (англ. *Robert Louis Behnken*) по четыре раза покидали борт МКС. Американки Кристина Кох и Джессика Меир проделали это по два раза. Остальные покидали борт МКС по одному разу.

Общая продолжительность пребывания космонавтов в открытом космосе в 2020 году составила 4 дня 6 часов 16 минут. Чуть-чуть меньше, чем в предыдущем году

* * *

В 2020 году суборбитальных пилотируемых полётов вновь не было. В отличие от двух предыдущих лет [1, 2].

Была лишь одна попытка, которую в декабре предприняла компания «Вирджин Галактик» (англ. *Virgin Galactic*). Но она оказалась неудачной — двигатель ракетоплана проработал всего одну секунду, после чего

отключился. Это заставило прервать полёт и вернуть машину домой.

Да, были ещё очередные обещания от той же «Вирджин Галактик», что регулярные рейсы вот-вот начнутся. Однако, тут же следовали оговорки, что сроки сдвигаются, то из-за перебазирования самолета-носителя и ракетоплана из Калифорнии в Нью-Мексико, то из-за задержек с развёртыванием наземной инфраструктуры на новом месте, то из-за COVID-19, то из-за прочих препятствий «непреодолимой силы».

Ни шатко, ни валко идут дела и у других компаний, которые нацелились на вывоз всех желающих к границе/за границу атмосферы и космоса. В частности, компания «Блю Ориджин» (англ. *Blue Origin*), ближайший «преследователь» «Вирджин Галактик», провела в 2020 году очередной испытательный полет своего носителя «Нью Шепард» (англ. *New Shepard*). Но вновь без экипажа. И до сих пор неясно, когда компания начнёт пилотируемую фазу испытаний. О регулярных туристических рейсах и у «Блю Ориджин» речи пока не идёт.

Другие компании, нацелившиеся на рынок суборбитального космического туризма от цели очень далеки и пока о них нет смысла даже упоминать.

Ожидание прихода «эры космического туризма» длится уже 16 лет и набило оскомину. Хочется надеяться, что в следующем году «Вирджин Галактик» всё-таки начнёт свою заявленную деятельность. Но гарантии этого, конечно, нет.

III. ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В минувшем году в различных странах мира стартовали 114 ракет-носителей, целью которых был вывод на околоземную орбиту полезной нагрузки различного назначения. Это на 12 пусков больше, чем годом ранее. Третий год подряд число космических стартов за год превысило отметку в 100 штук [1–10].

В численном выражении 2020-й «пусковой» год выглядит следующим образом:



Как видно из графика, на первом месте по количеству пусков уверенно расположился Китай — 39 космических стартов. Это 34,21% от общемирового уровня. Тем не менее, китайцам не удалось выйти на заявленный годом раньше уровень — 40+. Вероятно, главной причиной можно считать пандемию. А также ряд технических проблем, которые возникли у них в минувшем году.

На втором месте, благодаря пусковой активности компании «Спейс-Экс», расположились США — 37 стартов (32,46%). Но и у них ряд запланированных запусков сместился вправо, на 2021 год. Причины те же, что и у китайцев.

На третьем месте Россия с 15 пусками (13,16%). Это в два раза меньше, чем планировал «Роскосмос» в начале года. Больше всего Россию «подвела» обанкротившаяся компания «ВанВэб» — вместо 12 запланированных стартов состоялось всего 3. Впрочем, были и другие причины уменьшения количества запусков.



Четвертое-пятое место делят компании «Арианспейс» (англ. *Arianespace*) и «Рокет Лэб» (англ. *Rocket Lab*). В их активе по семь стартов (по 6,14%).

Все прочие космические державы (Индия, Япония, Израиль и Иран) вместе запустили девять ракет (7,89%).

Даже если изменить методику, и засчитать за Россией два пуска ракет «Союз» с европейского космодрома Куру (ракеты куплены компанией «Арианспейс» и записаны за ней), а за США — пуски ракеты «Электрон» (англ. *Electron*) из Новой Зеландии (пуски проводятся новозеландским отделением американской компании «Рокет Лэб»), то лидер пусковой активности, конечно, изменится. В этом случае ими станут США с 44 стартами. Но, в целом, картина пусковой активности сохранится. Кстати, она характерная для ряда последних лет. Разве что разрыв между 1–2 местами и третьим местом стал существеннее.

Как уже было отмечено выше, минувший год стал довольно «аварийным» — неудачей закончились 10 стартов (8,77%). Это самый высокий уровень космических неудач за последние пятьдесят лет.

Причины, этому способствовавшие, сформулированы в первом разделе обзора — небольшой опыт разработки у частных компаний и пресловутая пандемия.

Из десяти случившихся аварий надо особо выделить неудачу европейской ракеты «Вега». В 2019 году она также терпела аварию при старте. После «разбора полёта» и устранения неполадок, ракета возвратилась в эксплуатацию. И если первый послеаварийный старт был успешным, то второй закончился гибелью ракеты на участке выведения.

Причина аварии была иной, чем в 2019 году. Что заставляет вновь проверить и перепроверить все конструктивные решения, принятые в этом носителе.

В результате пусков РН в 2020 г. на околоземную орбиту было выведено 1218 космических аппаратов.

Ещё 45 спутников было запущено с борта МКС или отделено от других космических аппаратов. Итого — 1263 аппарата «вышли» в космос. Это абсолютный рекорд за все годы космической эры. По сравнению с предыдущим годом рост в 2,2 раза. [1]

Ещё 18 космических аппаратов были утеряны в результате аварий.

Самый существенный вклад в такой «скачок» внесли компания «Спейс-Экс» со своей системой «Старлинк» (835 спутников) и компания «ВанВэб» с аналогичной системой (104 спутника).

Если брать национальную принадлежность запущенных спутников, то распределение мест будет таким же.

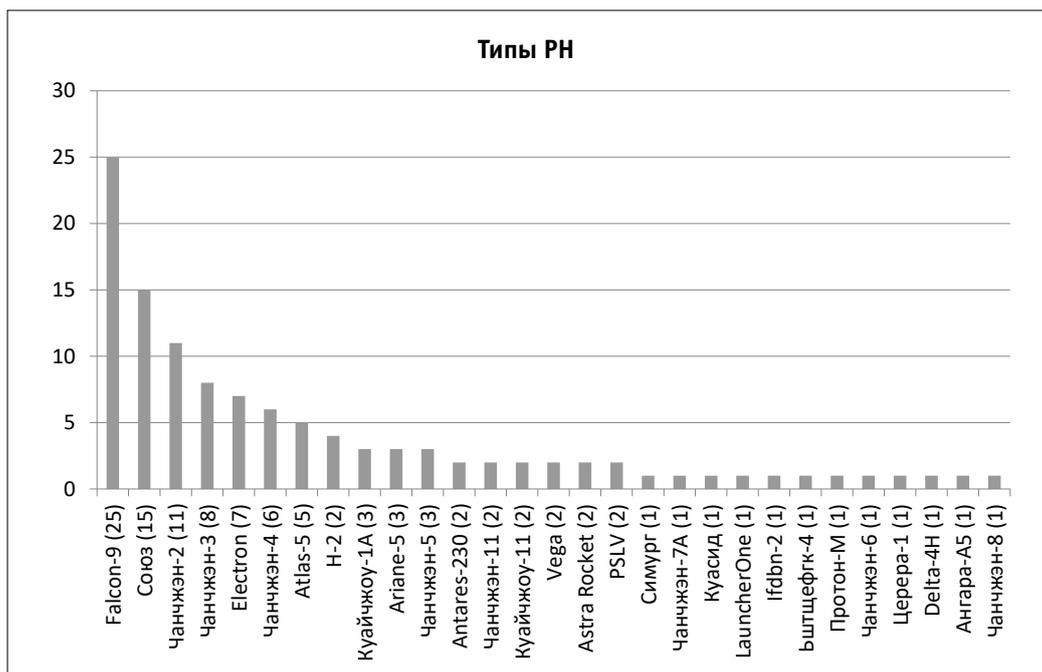
На первом месте США, которые помимо «Старлинков» запустили ещё 164 аппарата. Итого за американцами 999 спутников. Плюс ряд аппаратов, созданных в содружестве с другими странами. Таким образом, приблизительно 4/5 всех вновь запущенных спутников принадлежат США.

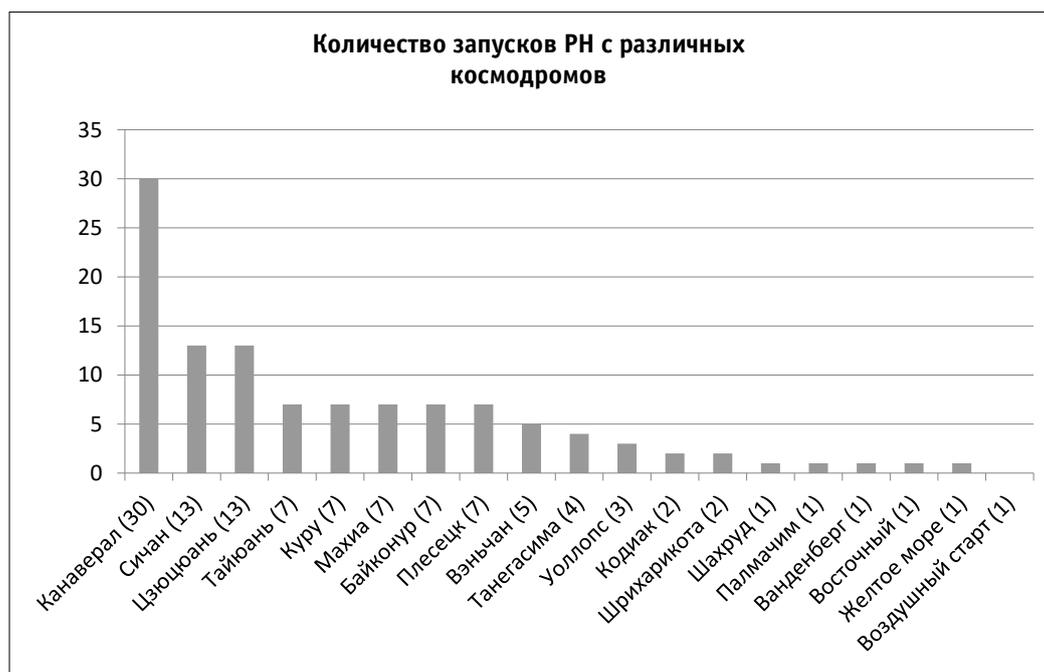
На втором месте Великобритания — 107 спутников, на третьем Китай — 67 спутников.

На все прочие страны приходится менее 100 запущенных космических аппаратов.

При запусках КА в 2020 г. были использованы ракеты-носители 29 типов и семейств. Как обычно, данная классификация весьма условна и даёт лишь общее представление об используемых носителях.

В минувшем году арсенал средств выведения пополнил ряд новых ракет. Правда, не для всех из них первые старты были успешными. Так, потерпели аварии частные ракеты «ЛончерВан» (англ. *LauncherOne*) от компании «Вирджин Орбит» (англ. *Virgin Orbit*) и «Астра Рокет» (англ. *Astra Rocket*) от одноименной компании. Неудачным был и первый пуск новой версии китайской ракеты «Чанчжэн-7» (кит. трад. 长征七) с криогенной ступенью.





Успешными оказались первые полёты иранской ракеты «Куасид» (перс. قاصد), китайских ракет «Чанчжэн-8» (кит. трад. 长征八号运载火箭) и «Церера-1» (кит. трад. 谷神星一号). Последняя была создана частной компанией «Галактик Энерджи» (англ. *Galactic Energy*).

Все прочие ракеты уже летали.

Лидерство по количеству использований в минувшем году захватил носитель «Фалкон-9» (англ. *Falcon-9*) американской компании «Спейс-Экс». В течение года были запущены 25 ракет. Все пуски были успешными. А в 23 случаях первая ступень носителя была успешно возвращена на Землю. Две первые ступени носителя (В1049 и В1051) в минувшем году в седьмой раз использовались для запусков спутников.

На второе место переместился российский «Союз» (в вариантах 2.1 а, 2.1 б и СТ-А). За год состоялось 15 пусков этой легендарной ракеты, наследницы «Семёрки». При этом ракета запускалась с четырёх различных космодромом — из Плесецка, с Байконура, с Восточного и из Куру.

Третье место за семейством китайских носителей «Чанчжэн-2» (кит. упр. 长征二号) в версиях С, D и F. Они стартовал и 11 раз.

Остальные носители использовались гораздо реже. Так, семейство носителей «Чанчжэн-3» (кит. упр. 长征三号) в версии В запускалось 8 раз, ракета «электрон» стартовала 7 раз, ракета-носитель «Чанчжэн-4» (кит. трад. 长征四号甲火箭) — 6 раз, американская РН «Атлас-5» (англ. *Atlas-5*) — 5 раз.

Другие ракеты летали ещё реже.

Из другой информации, связанной с ракетами-носителями, надо отметить второй полёт российской ракеты-носителя «Ангара-А5». Всё бы было хорошо, если бы не шесть лет, которые отделяют первый пуск этого носителя от второго.

И очень много проектов перспективных ракет. Часть их них непременно будет реализована,

ну а остальные останутся короткими строками в истории. За годы космической эры таких строк набралось уже изрядное количество.

* * *

В качестве стартовых площадок в 2020 г. было использовано 18 космодромов. Кроме того, состоялся один старт с китайской морской платформы, а также была одна попытка запуска носителя воздушного базирования.

Новой наземной стартовой площадкой стала База Стражей исламской революции «Шахруд» в Иране — с неё был запущен носитель «Куасид». В принципе, новым можно считать и американский «воздушный космодром» от компании «Вирджин Орбит». Но здесь новым является только самолёт-носитель, а не сам принцип воздушного старта.

Наиболее интенсивно в минувшем году использовались стартовые площадки на мысе Канаверал (шт. Флорида, США). Оттуда было запущено 30 ракет космического назначения. Этот показатель ровно в два раза превышает значение минувшего года.

Второе-третье места делят китайские космодромы Сичан и Цзюцюань — по 13 стартов.

Еще с пяти космодромов (китайский космодром Тайюань, космодром Куру во Французской Гвиане, новозеландский космодром Махиа, космодром Байконур в Казахстане и российский космодром Плесецк) состоялось по семь пусков.

Пять раз стартовали ракеты с китайского космодрома Вэньчан, четыре — с японского космодрома Танегасима, трижды — со стартовых площадок на острове Уоллопс (шт. Вирджиния, США).

Прочие стартовые площадки, включая морской и воздушный старт, отметились 1–2 пусками.

В ближайшие годы новое строительство новых космодромов не ожидается. Хотя стартовые площадки для лёгких ракет, создаваемых частными компаниями, могут появиться в различных концах света.

Так же, как и стартовые комплексы для суборбитальных полётов космических туристов. О планах по строительству космопортов сообщили Великобритания, Объединённые Арабские Эмираты, Япония и ряд других стран. Некоторые из них даже обнародовали концепции таких космических портов. Есть весьма оригинальные концептуальные решения.

Но всё это дело будущего. А пока ракеты взлетают оттуда, откуда и раньше.

Заключение

Несмотря на то, что 2020 год принёс нам много нового и интересного, не всё, что ожидалось, сбылось. Ну, это как обычно. Космонавтика штука «чувствительная». И любые внешние «воздействия» на ней отражаются сильно.

Будем надеяться, что наступивший год будет столь же насыщенным, как и ушедший. Но без COVID'a.

Что же можно от него ждать?

Начну с российской космонавтики. Главными событиями года должны стать запуски многорабочных модуля «Наука» и лунной станции «Луна-25». Этих событий мы ждём давно и, хочу надеяться, что через год о них можно будет писать в прошедшем, а не в будущем, времени.

Также хочется надеяться, что безаварийная серия пусков российских ракет продолжится и в 2021 году.

От китайской космонавтики стоит ожидать начала сборки околоземной космической станции. Уже в следующем году к ней должен стартовать пилотируемый корабль. А, может быть, и два корабля

с космонавтами на борту — точных планов китайцев мы не знаем.

Помимо этого, стоит ожидать новых стартов от китайских частных компаний. В Поднебесной немало компаний, занятых космической деятельностью. Но не все они смогли добиться успеха в предыдущие годы. Может быть, в наступившем году что-то получится.

Будем надеяться на регулярные полёты американских пилотируемых кораблей «Крю Дрэгон» и на первый испытательный полёт корабля «Старлайнер». Если эти корабли смогут освоить космические трассы, то можно будет надеяться на увеличение количества пилотируемых полётов. Пора человеку чаще бывать в космосе.

В конце 2021 года могут состояться два интересных космических полёта, российского корабля «Союз МС» и американского «Крю Дрэгон», в ходе которых будут организованы съёмки художественных фильмов «в реальных условиях». Конечно, это чистой воды PR-акции. Но надо порадоваться за артистов, которым удастся побывать на орбите. И не надо их осуждать — это не их затая. Но это их шанс.

Наступивший год для американской космонавтики — это запуск нового орбитального телескопа «Джеймс Уэбб» (англ. *James Webb*) и, возможно, первый полёт к Луне по программе «Артемиды» (англ. *Artemis*).

О надеждах, связанных с началом суборбитальных полётов космических туристов, я уже писал.

Вот, пожалуй, и всё, что мы ждём от 2021 года. Все прочие свершения будут своеобразным «бонусом» за наше долготерпение.

До встречи через год.

Список использованных источников

1. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2019 году // *Инновации*, 2020, № 1 (255), с. 2–8.
2. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2018 году // *Инновации*, 2019, № 3 (245), с. 17–24.
3. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2017 году // *Инновации*, 2018, № 2 (232), с. 7–14.
4. Железняков А. Б. Космическая деятельность стран мира в 2016 году // *Инновации*, 2017, № 1, с. 7–14.
5. Железняков А. Б. Космонавтика: итоги 2015 года // *Инновации*, 2016, № 2, с. 3–6.
6. Железняков А. Б. Космонавтика: итоги 2014 года // *Инновации*, 2015, № 2, с. 5–11.
7. Железняков А. Б. Итоги космической деятельности стран мира в 2013 году // *Инновации*, 2014, № 1, с. 39–43.
8. Железняков А. Б. Итоги 2012 космического года // *Инновации*, 2013, № 2, с. 3–6.
9. Железняков А. Б. Космонавтика: итоги 2011 года // *Инновации*, 2012, № 2, с. 3–6.
10. Железняков А. Б. Космонавтика: итоги 2009 года // *Инновации*, 2010, № 4, с. 18–21.

References

1. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of the world in 2019 // *Innovacions*, 2020, № 1. S.2–8 (rus).
2. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of the world in 2018 // *Innovacions*, 2019, № 3. S.17–24 (rus).
3. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of the world in 2017 // *Innovacions*, 2018, № 2. S.7–14 (rus).
4. Zheleznyakov A. B. Cosmic activities countries of the world in 2016 // *Innovacions*, 2017, № 1. S.7–14 (rus).
5. Zheleznyakov A. B. Kosmonavtika: itogi 2015 goda // *Innovacions*. 2016, № 2. S.3–6 (rus).
6. Zheleznyakov A. B. Kosmonavtika: itogi 2014 goda // *Innovacions*. 2015, № 2. S.5–11 (rus).
7. Zheleznyakov A. B. Itogi kosmicheskoy deyatel'nosti stran mira v 2013 gody // *Innovacions*. 2014, № 1. S.39–43 (rus).
8. Zheleznyakov A. B. Kosmonavtika: itogi 2012 goda // *Innovacions*. 2013, № 2. S.3–6 (rus).
9. Zheleznyakov A. B. Kosmonavtika: itogi 2011 goda // *Innovacions*. 2012, № 2. S.3–6 (rus).
10. Zheleznyakov A. B. Kosmonavtika: itogi 2009 goda // *Innovacions*. 2010, № 4. S.18–21 (rus).