

ИТОГИ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЗЗ В 2023 ГОДУ И ПЕРСПЕКТИВЫ 2024 ГОДА

В 2023 году состоялось 211 успешных космических запусков ракет, четверть из которых в качестве основной или попутной полезной нагрузки несли на борту коммерческие, научно-образовательные, демонстрационные спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) или гидрометеорологические спутники гражданского назначения. Все эти аппараты в рамках настоящей публикации мы будем обобщенно именовать космическими аппаратами ДЗЗ (КА ДЗЗ).

Тенденции

В качестве основных трендов 2023 года в гражданском секторе ДЗЗ, которые, по всей видимости, продолжатся и в 2024 году, можно выделить следующие.

1. Расширение государственно-частного партнерства за счет активного привлечения государством частных игроков в национальные и межнациональные космические программы.

NASA запустило процесс приобретения данных ДЗЗ по «Программе коммерческой съемки малыми космическими аппаратами» у частных компаний (Airbus, Maxar, Capella Space, GHGSat, Spire Global, Umbra Lab).

NOAA¹ продолжило покупку данных у частных операторов метеорологических спутников (Spire Global, PlanetiQ).

Европейское космическое агентство расширило список участников миссии Copernicus компаниями «Нового космоса» (Aerospacelab, ConstellR, Kuva Space, OroraTech, Satlantis, Promethee).

Российское правительство сформировало «дорожную карту» в сфере перспективных космических систем и сервисов на период до 2030 года с участием представителей частного бизнеса (АО «Ситроникс», НПК «БАРЛ» и ООО «МТ-ЛАБ», АО «Газпром космические системы»).

2. Увеличение числа стран-операторов ДЗЗ и расширение национальных группировок КА ДЗЗ как демонстрация технологического суверенитета.

В 2023 году свои первые спутники успешно запустили Албания (Albania 1-2) и Джибути (Djibouti-1A), спутники работают в штатном режиме. Первый спутник Омана, несмотря на успешный запуск, развернуть и вывести на заданную орбиту не удалось.

3. Распространение новых бизнес-моделей приобретения спутников ДЗЗ.

Классические механизмы покупки спутников:

- по индивидуальным проектам на аутсорсинге (например, контракты Казахстана и Азербайджана с Airbus на создание аппаратов KazEOSat и AzerSky) и
- «под ключ» (например, спутники Aleph-1 компании Satellogic для космического агентства Албании)

дополняются нетрадиционными механизмами:

- SaaS² - интеграция специализированной полезной нагрузки в стандартные спутниковые платформы (например, платформа ОрбиКрафт-Про компании «Спутникс» для участников проекта «Space-т» и платформа Lemur-2 компании Spire Global для GHGSat)
- CaaS³ - открытие доступа к слоту полезной нагрузки в заранее подготовленной группировке спутников с готовой инфраструктурой (например, OpenConstellation или Muon Space)

¹ National Oceanic and Atmospheric Administration – Национальное управление океанических и атмосферных исследований США

² Space as a Service – Космос как сервис

³ Constellation as a Service – Созвездие как сервис

- трансфер технологий - комплексная передача знаний и инноваций (например, помощь Китая в создании спутников Египта).

4. Усиление роли ДЗЗ в качестве важного инструмента мониторинга выбросов парниковых газов и теплового излучения в контексте актуализации климатической повестки, идей устойчивого развития и распространения принципов ESG на ведение предпринимательской деятельности.

Созвездие спутников GHGSat одноименной канадской компании пополнилось 5 новыми аппаратами с аппаратурой гиперспектрального спектрометрирования для обнаружения выбросов метана, а запущенный в ноябре GHGSat-C10 стал первым в мире коммерческим спутником, предназначенным для мониторинга углекислого газа.

5. Адаптация инновационных технологических решений, испытанных на Земле, к ДЗЗ из космоса.

Высокоскоростные линии лазерной связи, «граничные вычисления» на орбите, блокчейн-платформы проверки подлинности данных – все эти технологии уже работают на перспективных спутниках ДЗЗ нового поколения.

Статистика

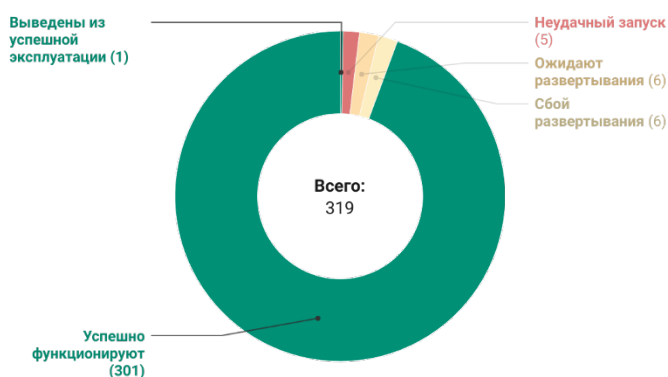


Рис.1. Запуски КА ДЗЗ 2023, по статусу

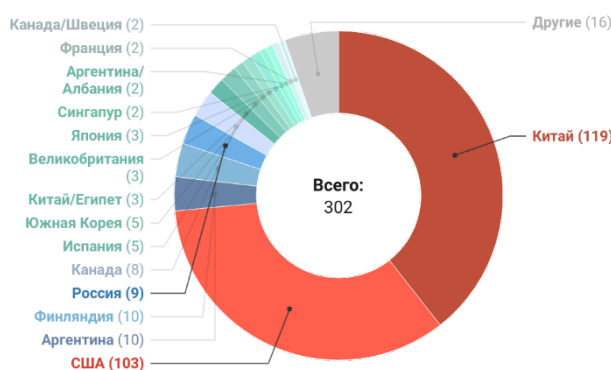


Рис.2. КА ДЗЗ 2023, по странам

Из 319 КА ДЗЗ, запущенных в 2023 году, для 5 спутников – запуск закончился неудачей, 6 - ожидают развертывания, 6 - развернуть и вывести на заданную орбиту не удалось, 1 спутник выведен из эксплуатации после 6 месяцев успешной работы, а 301 – продолжают успешно функционировать (рисунок 1). Для ретроспективного анализа мы будем использовать 302 КА ДЗЗ с успешным опытом эксплуатации.

Среди стран-производителей/ операторов спутниковых группировок КА ДЗЗ традиционно и с заметным отрывом выделяются: Китай (119 спутников, 40% от общего количества) и США (103 спутника, доля 34%) (рисунок 2).

В числе ближайших стран-преследователей – Финляндия (10 спутников), Аргентина (10), Россия (9) и Канада (8). Доля каждой из них в общем числе КА ДЗЗ составляет 2,5-3,5%, а суммарная доля – 12%. В группу стран третьего эшелона условно можно отнести 9 государств, запустивших от 2 до 5 КА ДЗЗ. Суммарная их доля в общем числе КА ДЗЗ – около 9%. По одному КА ДЗЗ запустили 16 стран, их общая доля – около 5%.

В консолидированной таблице характеристик КА ДЗЗ (таблица 1) ранжирование и порядок стран могут немного отличаться в силу реализации государствами не только самостоятельных, но и совместных проектов.

Анализируя запущенные КА ДЗЗ по массе и габаритам в соответствии с классификацией FAA⁴, можно заключить, что 46% аппаратов относятся к классу микроспутников (10-200 кг), а 34% - к классу наноспутников (1-10 кг) (рисунок 3).

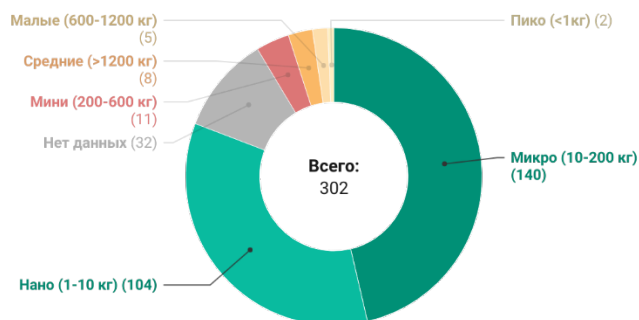


Рис.3. КА ДЗЗ 2023, по массе

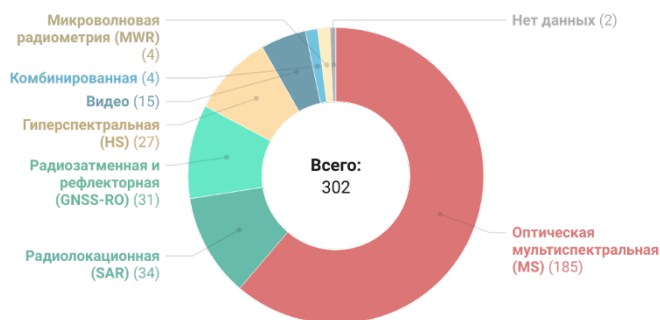


Рис.4. КА ДЗЗ 2023, по аппаратуре

Новым стандартом для создания бюджетных спутников указанных классов стал формат «кубсатов». В основу этого стандарта положен куб фиксированного размера (10x10x10 см) и массой не более 2 кг с унифицированным набором комплектующих, необходимых для формирования полезной нагрузки. Число «кубиков» (U) в составе спутника является альтернативной формой указания его габаритов. Из 246 спутников с массой до 200 кг к классам «кубсатов» и «пocketсатов» (с «кубиками» размером 5x5x5 см) относятся только 142.

Большинство КА ДЗЗ оснащены сразу несколькими типами съемочной аппаратуры. Тем не менее, для того чтобы получить значимые результаты классификации спутников по этому критерию, мы будем руководствоваться рядом допущений.

1. При наличии двух типов аппаратуры значимой будет считаться наиболее специализированная из них. Например, MS - в сочетании PAN+MS, HS – в сочетании MS+HS, Video – в сочетании MS+Video.
2. При наличии трех и более типов аппаратуры съемка будет считаться «комбинированной».
3. Все разновидности радиолокационной съемки: SAR, InSAR, PoISAR, - объединены в общую категорию SAR.
4. Все разновидности рефлектометрии сигналов глобальных навигационных спутниковых систем: GNSS-R и RO, - объединены в общую категорию GNSS-RO.

Анализируя оснащение КА ДЗЗ съемочными системами в соответствии с указанными допущениями (рисунок 4), можно увидеть, что лидирующие позиции традиционно занимают спутники с оптико-электронной аппаратурой в мультиспектральном диапазоне (185 спутников, доля 61%). Доли КА ДЗЗ со специализированной полезной нагрузкой: радиолокационной аппаратурой (34 спутника), рефлектометрами GNSS-сигналов (31 спутник) и оптико-электронной аппаратурой в гиперспектральном диапазоне (27 спутников), - в целом, распределены одинаково и составляют приблизительно по 9-11%.

Оставляя за скобками многоцелевое назначение большинства КА ДЗЗ, выделим ключевые области использования аппаратуры разного класса у тех спутников, в спецификации которых эти области указаны однозначно. Для отличия от КА ДЗЗ многоцелевого назначения будем называть их спутниками специального назначения.

КА ДЗЗ специального назначения с активной радиолокационной аппаратурой предназначены для обнаружения судов и разливов нефти (1 спутник), а в интерферометрическом режиме - для мониторинга деформаций земной поверхности (5).

⁴ Federal Aviation Administration – Федеральное управление гражданской авиации США

КА ДЗЗ специального назначения, оснащенные оптико-электронной аппаратурой в гиперспектральном диапазоне, используются для мониторинга: парниковых газов (6 спутников), лесных пожаров (4), теплового излучения антропогенных объектов (2), - а также для поиска полезных ископаемых (1) и в гидрометеорологии (4).

КА ДЗЗ специального назначения с рефлектометрами GNSS-сигналов используются для решения гидрометеорологических задач (31 спутник). Принцип работы таких рефлектометров состоит в регистрации сигналов навигационных спутников, искаженных при прохождении через земную атмосферу (RO – радиозатменная технология) или при отражении от морской поверхности (GNSS-R – традиционная рефлектометрия). По искажениям радиосигналов, прошедших через атмосферу, восстанавливаются такие физические параметры, как температура, влажность и давление воздуха. Отражение сигналов от земли позволяет определять уровень морской и ледовой поверхности, а также поле приповерхностных ветров и морские цели.

Китай

В 2023 году Китай установил собственный рекорд по числу КА, выведенных на орбиту за один пуск. 15 июня ракета-носитель Long March 2D вывела на орбиту сразу 41 китайский спутник компании Chang Guang Satellite Technology (CGST), 40 из которых относятся к КА ДЗЗ семейства Jilin. С момента запуска первого спутника группировки в 2015 году производителю удалось почти в 20 раз (с 420 до 22 кг) уменьшить массу аппаратов, сохранив субметровое пространственное разрешение.

Важным отличием нового поколения спутников Jilin Pingtai является аппаратура лазерной связи, обеспечивающая высокоскоростную передачу информации между аппаратами и на Землю. Тестирование технологии лазерной связи на спутнике Jilin Mofang в январе 2023 года продемонстрировало максимальную скорость передачи данных 10 Гбит/с, что в 10 раз быстрее соответствующих показателей на спутниках предыдущего поколения.

В 2023 году CGST продолжила успешную практику производства спутников «под ключ» для сторонних заказчиков. Конечные владельцы 20 КА ДЗЗ, запущенных на орбиту 7 июня и 10 августа, как и названия этих спутников, до сих пор неизвестны. Проводя аналогию с техническими характеристиками спутника Xi'an Hangtuo, созданного при поддержке CGST для компании Xi'an Aerospace, можно предположить, что создаются они на базе КА ДЗЗ Jilin-1 Gaofen-03D с разрешением 0,75 м/пиксель.

В феврале-марте в рамках сотрудничества по линии инициативы «Один пояс – один путь» Китай помог Египту запустить два КА ДЗЗ Hogus-1 -2, а в декабре – еще один спутник MisrSat-2. Предполагается, что финальная сборка и испытания спутников проходили недалеко от Каира, в сборочном центре космического города Space City.

Среди запущенных в 2023 году радиолокационных КА ДЗЗ китайского производства можно выделить группировку PIESAT, а также спутники Fucheng-1 и Ludi Tance-4. Созвездие из четырех спутников PIESAT представляет собой уникальную платформу бистатической радиолокационной съемки с возможностями интерферометрии. Центральный спутник созвездия работает в активном режиме как передатчик сигнала, а три спутника-помощника – в пассивном режиме как приемники сигнала.

Fucheng-1 – первый КА ДЗЗ компании Spacety, поддерживающий интерферометрический режим съемки. Спутник работает в С-диапазоне с пространственным разрешением лучше 1 м и периодичностью съемки 11 дней. Пока спутник проходит летные испытания, а полноценные продажи данных за рубеж, в том числе в Россию, ожидаются в 2024 году.

Ludi Tance-4 - первый в мире радиолокационный спутник, действующий на геосинхронной орбите. Спутник работает в L-диапазоне с пространственным разрешением порядка 20 м.

Среди новых китайских КА ДЗЗ, ведущих съемку, в основном, в гиперспектральном диапазоне, особого внимания заслуживают спутники Xiguang-1, Xingshidai-16 и LuoJia-3.

Xiguang-1 – спутник компании XiormSPACE с наилучшими в Китае показателями по числу спектральных каналов (300) и спектральному разрешению (1.4 нм).

Xingshidai-16 – КА ДЗЗ от компании ADASpace, помимо гиперспектрометра несущий в качестве полезной нагрузки блокчейн-платформу ADAChain. Платформа предназначена для блокчейн-аутентификации и проверки подлинности данных ДЗЗ на соответствие сертификатам, хранящимся на борту.

LuoJia-3 – перспективный спутник Уханьского университета, в котором реализованы технологии «граничных вычислений» и скоростного, в течение 8 минут, сброса данных на Землю для мониторинга Земли в режиме, приближенном к реальному времени. «Граничные вычисления» представляют собой предварительную обработку данных: радиометрическую коррекцию, устранение облаков, обнаружение целевых объектов, - непосредственно на орбите, до момента сброса на Землю.

США

Лидирующие позиции США по числу запущенных в 2023 году КА ДЗЗ, во многом, обусловлены деятельностью компании Planet Labs. В ходе двух миссий в январе и ноябре компания запустила 73 новых спутника ДЗЗ, 72 из которых созданы по стандарту кубсатов 3U и являются пополнением группировки SuperDoves, ведущих съемку в оптическом диапазоне с пространственным разрешением 4 м/пикс. Демонстрационный спутник Pelican, подробные характеристики которого не раскрываются, после летных испытаний должен лечь в основу нового созвездия, призванного заменить выведенные из эксплуатации аппараты SkySat с пространственным разрешением до 0,3 м/пикс.

Компания Umbra Space пополнила свою группировку радиолокационных спутников в X-диапазоне 5 новыми аппаратами. Реализуемая компанией бизнес-модель ценовой открытости и свободного распространения регулярно обновляемых данных на ряд территорий считается прорывной. После того, как NOAA сняло лицензионные ограничения на коммерческое распространение данных с пространственным разрешением лучше 0,25 м, Umbra Space опубликовало снимки с рекордным для данных радиолокационной съемки из космоса разрешением 0,16 м.

Уникальной с точки зрения периодичности съемки является группировка гидрометеорологических спутников TROPICS, созданных в NASA по стандарту кубсатов 3U. Созвездие в составе 6 спутников, 4 из которых запущены в 2023 году, способно вести съемку тропических циклонов с периодичностью до 20 минут.

Россия

Россия в 2023 году успешно выполнила все свои запуски КА ДЗЗ. По одному новому аппарату было добавлено в состав каждой из трех государственных группировок гидрометеорологических спутников: высокоэллиптической «Арктика-М», высокоорбитальной «Электро-Л» и среднеорбитальной «Метеор-М». Формированием и обновлением этих группировок занимается ГК «Роскосмос». Помимо указанных аппаратов, в мае был выведен на орбиту первый КА из серии «Кондор-ФКА» - радиолокационный спутник, работающий в S-диапазоне с пространственным разрешением от 1 до 12 м. Аппарат проходит этап летных испытаний.

Частная инициатива в секторе ДЗЗ представлена как коммерческими, так и научно-образовательными проектами. 27 июня с космодрома Восточный в качестве попутной полезной нагрузки к КА «Метеор-М» было запущено более 30 нано- и микроспутников российского производства, 5 из которых можно считать КА ДЗЗ.

Среди них «Зоркий-2М» – аппарат, построенный дочерним предприятием АО «Ситроникс», компанией «Спутник», на базе собственной платформы ОрбиКрафт-Про по стандарту кубсатов 12U с пространственным разрешением в мультиспектральном диапазоне 2,75 м.

4 других наноспутника ДЗЗ также созданы на базе платформы «Спутника» ОрбиКрафт-Про, но уже с меньшими габаритами – по стандарту кубсатов 3U. К ним относятся спутник UTMN-2 производства Тюменского госуниверситета, Святобор-1 – Московского инженерно-физического института, Cube-SX-HSE-3 – Высшей школы экономики и Vizard-meteo – ООО «НИС». Создание и запуск этих спутников стали возможными благодаря «Space-п», научно-образовательному проекту, направленному на популяризацию ДЗЗ и вовлечение в космонавтику школьников и студентов.

Потери

Из-за проблем с боковыми ускорителями неудачей закончился запуск H3, нового поколения японских ракет-носителей, со спутником ALOS-3 на борту. ALOS-3 – спутник Японского космического агентства, оснащенный оптико-электронной аппаратурой с пространственным разрешением 0,8 м/пиксель.

Сбой при включении второй ступени на ракете Electron стал причиной потери спутника Capella-12. Capella – группировка радиолокационных спутников американской компании Capella Space, работающих в X-диапазоне с разрешением до 0,3 м. Два других запуска ракеты Electron с тремя спутниками Capella 9-11 на борту в 2023 году завершились успешно.

Из-за аномальной ситуации, причины которой выясняются, запуск Ceres-1, ракеты-носителя частной китайской компании Galactic Energy, со спутником Jilin-1 Gaofen-04B в качестве полезной нагрузки, также завершился неудачей.

Перспективы

В 2024 году российскую орбитальную группировку ДЗЗ, управляемую Роскосмосом, планируется пополнить следующими спутниками: КА радиолокационного наблюдения «Обзор-Р» №1 и «Кондор-ФКА» №2, КА оптико-электронного наблюдения «Ресурс-П» №4, «Аист-2Т» №1 и №2, КА гидрометеорологического назначения «Метеор-М» №2–4 и КА мониторинга гелиогеофизической обстановки «Ионосфера-М» № 1–4.

Для демонстрации технологий в конце года Роскосмос планирует запустить 2 оптико-электронных аппарата серии Грифон с пространственным разрешением до 2,5 м/пикс. Эти КА ДЗЗ формата кубсатов 16U разрабатываются в рамках проекта «Сфера» совместно с Новосибирским государственным университетом с использованием как федерального, так и собственного финансирования.

Запуски КА ДЗЗ частными российскими компаниями, вероятно, будут следовать «дорожной карте» развития высокотехнологичного направления «Перспективные космические системы и сервисы» на период до 2030 года. Согласно этому плану, в 2024 году компания «Спутник» должна вывести на орбиту 8 КА «Зоркий-2М», аналогичных по оснащению аппарату, запущенному в 2023 году, и 1 КА «Киноспутник» - аппарат оптико-электронного наблюдения с субметровым пространственным разрешением.

Компания «Стилсат» в рамках сотрудничества с китайскими партнерами также запланировала выведение на орбиту двух спутников Стилсат 1-2 с оптико-электронной съемочной аппаратурой и пространственным разрешением лучше 1 м/пикс.

1. <https://space.skyrocket.de>
2. <https://www.nanosats.eu>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_January-June_2023
4. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_July-December_2023
5. <https://novosti-kosmonavtiki.ru>
6. <https://ntsomz.ru/>
7. https://t.me/control_space_channel

Таблица. Характеристики космических аппаратов ДЗЗ, запущенных на орбиту в 2023 году

СТРАНЫ	Операторы	Названия группировок	Общ.число спутников	Названия спутников: число спутников (дата запуска)	Масса, кг (размер кубсата)	Тип съемки	Разрешение, м/пикс (диапазон съемки)	Назначение
КИТАЙ			119					
	Chang Guang ST		68					
		Jilin-1	30	Jilin-1 Gaofen-06A: 30 спут. (15.06.)	22	PAN+MS	0,75	Многоцелевое
			20	Фактические операторы неизвестны: 20 спут. (07.06.)	NA	PAN+MS	NA	Многоцелевое
			9	Jilin-1 Gaofen-03D: 1 спут. (15.01.), 8 спут. (15.06.)	40	PAN+MS	0,75	Многоцелевое
			4	Mofang-02A 01, 03-04, 07: 1 спут. (09.01.), 3 спут. (15.01.)	30 (Qube)	PAN+MS	NA	Многоцелевое
			2	Hongwai-01A 07–08: 2 спут. (15.01.)	20 (Qube 12U)	HS	NA	Многоцелевое
			2	Pingtai-02A: 2 спут. (15.06.)	65	NA	NA	Многоцелевое
			1	Kuanfu-02A: 1 спут. (25.08.)	230	PAN+MS	0,5	Многоцелевое

Xiyong ME		18					
	Tianmu	18	Tianmu-1 01 - 14, 19-22: 18 спут. (09.01.-27.12.)	50	RO	NA	Гидрометеорология
CAST		3					
	S-SAR	1	Huanjing-2F: 1 спут. (08.08.)	<1000	SAR	5-25 (S)	ЧС и экомониторинг
	Ludi Tance	1	Ludi Tance-4 01A: 1 спут. (12.08.)	NA	SAR	20 (L)	ЧС и экомониторинг
	Haiyang	1	Haiyang-3A: 1 спут. (16.11.)	<1000	SAR	NA	Океанология
Skysight		3					
	Skysight	1	Skysight AS-02: 1 спут. (23.07.)	NA	PAN+MS	2	Картография
		1	Skysight AS-01: 1 спут. (23.07.)	NA	SAR	<1 (X)	Картография
		1	Skysight AS-03: 1 спут. (23.07.)	NA	HS	(TIR)	Мониторинг теплового излучения
SDIIT		2					
	Qilu	2	Qilu-2-3: 2 спут. (15.01.)	189	PAN+MS+HS	0,7 (PAN), 4 (MS), 14 (LWIR)	Многоцелевое
Ellipse ST		4					
	Starpool	4	Xingchi-1A,1B,2A,2B: 1 спут. (10.08.), 3 спут. (04.12.)	NA (Qube)	PAN+MS	4	Многоцелевое
Xi'an Aerospace		5					
		5	Xi'an Hangtou: 1 спут. (07.06.), 4 спут. (10.08.)	40	PAN+MS	0,75	ЧС и экомониторинг

CMA		2					
	Fengyun 3	2	Fengyun 3G, 3F: 1 спут. (16.04.), 1 спут. (03.08.)	2250	MS+HS+MWR+RO	NA	Гидрометеорология
Hong Kong Aerospace ST		3					
	Golden Bauhinia	2	Golden Bauhinia 03– 04: 2 спут. (15.01.)	6 (Qube 3U)	PAN+MS	NA	Многоцелевое
		1	Golden Bauhinia 06: 1 спут. (15.01.)	50	PAN+MS	0,9	Сельское хозяйство
Wuhan University		1					
	Orient Smart Eye	1	Luoja-3 01 (Yantai-1): 1 спут. (15.01.)	245	PAN+MS+HS+Video	0,72 (PAN), 5 (LWIR)	Многоцелевое
Spacety		1					
	Mianyang	1	Fucheng-1: 1 спут. (07.06.)	300	InSAR	<2 (C)	Мониторинг деформаций
SASTIND		1					
		1	Gaofen 13-02: 1 спут. (17.03.)	NA	PAN+MS	15	Многоцелевое
Dalian University		1					
		1	Dalian-1 Lianli: 1 спут. (10.05.)	17 (Qube 12U)	PAN+MS	<1	Многоцелевое
CNSA		1					
	Gaofen 12	1	Gaofen 12-04: 1 спут. (20.08.)	2950	SAR	1 (C)	Многоцелевое
XiopmSPACE		1					
		1	Xiguang-1 01: 1 спут. (10.08.)	100	MS+HS+Video	NA	Многоцелевое
ADASpace		1					
	Xingshidai	1	Xingshidai-16: 1 спут. (22.07.)	20 (Qube 12U)	HS	0,5-5	Многоцелевое

	PIESAT		4					
		Nuwa	4	PIESAT-1A 01, 1B 01-03: 4 спут. (30.03.)	320	InSAR	0,5-100 (X)	Мониторинг деформаций
КИТАЙ/ ЕГИПЕТ			3					
	Egyptian Space Agency		3					
			2	Horus-1-2: 1 спут. (24.02.),1 спут. (13.03.)	NA	PAN+MS	<1	Многоцелевое
			1	MisrSat-2: 1 спут. (04.12.)	350	PAN+MS	2	Многоцелевое
США			103					
	Spire Global		11					
		Lemur-2	11	Lemur-2 157- 163: 6 спут. (03.01.), 1 спут. (15.04.); Aadam-Aliyah, Naziyah: 2 спут. (12.06.); Deverill-M-T, Mano: 2 спут. (18.07.)	5 (Qube 3U)	RO	NA	Метеорология
	Umbra Space		5					
		Umbra	5	Umbra-04-08: 2 спут. (03.01.), 1 спут. (15.04.), 2 спут. (11.11.)	65	SAR	0,16-1 (X)	Многоцелевое
	Planet Labs		73					
		SuperDoves	72	Flock 4y-4q: 36 спут. (03.01.), 36 спут. (11.11.)	5 (Qube 3U)	PAN+MS	4	Многоцелевое
		Pelican	1	Pelican-1: 1 спут. (11.11.)	NA	PAN+MS	0,3	Многоцелевое

Capella Space		3						
	Capella	3	Capella 9-11: 2 спут. (16.03.), 1 спут. (23.08.)	112	SAR	0,3-0,75 (X)	Многоцелевое	
Orbital Sidekick		3						
	GHOSt	3	GHOSt 1-3: 2 спут. (15.04.), 1 спут. (12.06.)	85	HS	8	Многоцелевое	
NASA		4						
	TROPICS	4	TROPICS: 2 спут. (08.05.), 2 спут. (26.05.)	6 (Qube 3U)	MWR	NA	Метеорология	
GenMat		1						
	Genmat	1	Genmat-1: 1 спут. (11.11.)	9 (Qube 6U)	HS	NA	Поиск полезных ископаемых	
EOS Data Analytics		1						
	EOS SAT	1	EOS SAT-1: 1 спут. (03.01.)	178	PAN+MS	1,4	Сельское хозяйство	
BlackSky		2						
	BlackSky	2	BlackSky 18-19: 2 спут. (24.03.)	55	PAN+MS	1	ЧС и экомониторинг	
АРГЕНТИНА		10						
Satelloic		10						
	Aleph-1	10	ÑuSat 34-43: 2 спут. (03.01.), 4 спут. (15.04.), 4 спут. (12.06.)	38	MS+Video	1	Многоцелевое	
АРГЕНТИНА/ АЛБАНИЯ		2						
Satelloic		2						
	Aleph-1	2	Albania 1-2: 2 спут. (03.01.)	38	MS+Video	1	Многоцелевое	

ФИНЛЯНДИЯ		10						
	ICEYE	10						
		ICEYE	10	ICEYE X-21,27: 2 спут. (03.01.), X-23,25,26,30: 4 спут. (12.06.), X-31,32,34,35: 4 спут. (11.11.)	85	SAR	0,5-1,5 (X)	Многоцелевое
КАНАДА		8						
	GHGSat	6						
		GHGSat	6	GHGSat-C6-11: 3 спут. (15.04.), 3 спут. (11.11.)	15 (Qube 16U)	HS	25	Мониторинг парниковых газов
	AlbertaSat	1						
		Northern SPIRIT Consortium	1	Ex-Alta 2: 1 спут. (15.03.)	6 (Qube 3U)	MS+HS	NA	Мониторинг пожаров
	Concordia University	1						
			1	SC-ODIN: 1 спут. (05.06.)	6 (Qube 3U)	PAN+MS	NA	Метеорология
КАНАДА/ ШВЕЦИЯ		2						
	Wyvern/ AAC Clyde Space	2						
		Wyvern	2	Dragonette-001-002: 1 спут. (15.04.), 1 спут. (12.06.)	12 (Qube 6U)	HS	5,3 (VNIR)	Мониторинг лесов и водных ресурсов
РОССИЯ		9						
	Роскосмос	4						
		Электро-Л	1	Электро-Л №4: 1 спут. (05.02.)	1740	MS+HS	1000 (MS), 4000 (IR)	Гидрометеорология
		Кондор-ФКА	1	Кондор-ФКА: 1 спут. (26.05.)	1050	SAR	1-12 (S)	Многоцелевое

		Метеор-М	1	Метеор-М №2-3: 1 спут. (27.06.)	3250	MS+HS	60-120 (MS), 1000 (LWIR)	Гидрометеорология
		Арктика-М	1	Арктика-М №2: 1 спут. (16.12.)	2077	MS+HS	1000 (MS), 4000 (IR)	Гидрометеорология
Спутник			1					
		Зоркий-2М	1	Зоркий-2М: 1 спут. (27.06.)	20 (Qube 12U)	MS	2,75	Многоцелевое
Проект Space-Пи			4					
		ТГУ	1	UTMN-2: 1 спут. (27.06.)	4 (Qube 3U)	PAN+MS	NA	Экомониторинг, образование
		МИФИ	1	Святобор-1: 1 спут. (27.06.)	4 (Qube 3U)	MS+HS	15	Мониторинг пожаров, образование
		ВШЭ	1	Cube-SX-HSE-3: 1 спут. (27.06.)	4 (Qube 3U)	PAN+MS	NA	Экомониторинг, образование
		НИС	1	Vizard-meteo: 1 спут. (27.06.)	3 (Qube 3U)	MS	50-250	Метеорология, образование
ИСПАНИЯ			5					
Satlantis			1					
		GEI-SAT	1	GEI-SAT: 1 спут. (12.06.)	23 (Qube 16U)	PAN+MS	1,8	Многоцелевое
INTA			2					
		Anser	2	Follower 1-2: 2 спут. (09.10.)	6 (Qube 3U)	HS	NA	Мониторинг водных ресурсов
Open Cosmos			2					
		Open Constellation	1	PLATERO: 1 спут. (11.11.)	12 (Qube 6U)	PAN+MS	<10	Сельское хозяйство
			1	MANTIS: 1 спут. (11.11.)	15 (Qube 12U)	PAN+MS	<10	Многоцелевое

ИСПАНИЯ/ ВЕЛИКОБРИТАНИЯ			1					
	Open Cosmos		1					
		Open Constellation	1	Menut: 1 спут. (03.01.)	12 (Qube 6U)	PAN+MS	5	Многоцелевое
ЮЖНАЯ КОРЕЯ			5					
	KAFA		1					
			1	KAFASAT: 1 спут. (11.11.)	6 (Qube 3U)	PAN+MS	4	Многоцелевое
	Kairo Space		1					
			1	KSAT3U: 1 спут. (25.05.)	6 (Qube 3U)	PAN+MS	30	Метеорология
	Nara Space		1					
			1	Observer-1A: 1 спут. (11.11.)	23 (Qube 16U)	PAN+MS	0,5	Многоцелевое
	Hanwha Aerospace		1					
		S-STEP	1	Doory-Sat: 1 спут. (04.12.)	100	SAR	1-4 (X)	Многоцелевое
	Justek		1					
			1	JLC-101-v1-2: 1 спут. (25.05.)	6 (Qube 3U)	PAN+MS	4	Многоцелевое
ЯПОНИЯ			3					
	iQPS		2					
		QPS-SAR	2	QPS-SAR-5-6: 1 спут. (12.06.), 1 спут. (15.12.)	100	SAR	0,5 (X)	Многоцелевое
	Sony		1					
			1	EYE (Star-Sphere 1): 1 спут. (03.01.)	12 (Qube 6U)	MS	NA	Популяризация ДЗЗ
ВЕЛИКОБРИТАНИЯ			3					
	SatVu		1					
			1	HotSat-1: 1 спут. (12.06.)	130	HS	3,5 (MWIR)	Мониторинг теплового излучения

	Alba Orbital		2					
		Unicorn	2	Unicorn-2I-2J: 1 спут. (12.06.), 1 спут. (11.11.)	<1 (Qube: 3p)	PAN+MS	15	Многоцелевое
СИНГАПУР			2					
	ST Engineering		1					
			1	TeLEOS-2: 1 спут. (22.04.)	741	PoSAR	NA	Многоцелевое
	DSTA		1					
			1	DS-SAR: 1 спут. (30.07.)	352	PoSAR	NA	Обнаружение судов и разливов нефти
ФРАНЦИЯ			2					
	UVSQ		1					
			1	INSPIRE-Sat 7: 1 спут. (15.04.)	2 (Qube 2U)	HS	(UV)	Метеорология, образование
	PROMÉTHÉE		1					
			1	ProtoMéthée- 1: 1 спут. (11.11.)	23 (Qube 16U)	PAN+MS	1,5	Многоцелевое
ЕС/ АВСТРИЯ			1					
	ESA/ TU Graz		1					
			1	PRETTY: 1 спут. (09.10.)	5 (Qube 3U)	GNSS-R	NA	Гидрометеорология
ЕС/ БЕЛЬГИЯ			1					
	ESA/ Aerospacelab		1					
			1	PROBA V-CC: 1 спут. (09.10.)	18 (Qube 12U)	PAN+MS	70	Мониторинг лесов
ГЕРМАНИЯ			1					
	OroraTech		1					
		Forest	1	Forest-2: 1 спут. (12.06.)	12 (Qube 6U)	MS+HS	4 (TIR)	Мониторинг пожаров
ГЕРМАНИЯ/ ПОЛЬША			1					
	German OS		1					
		Scanway	1	STAR VIBE: 1 спут. (03.01.)	12 (Qube 6U)	PAN+MS	30	Многоцелевое

БРАЗИЛИЯ		1						
	Visiona	1						
			1	VCUB1: 1 спут. (15.04.)	12 (Qube 6U)	PAN+MS	3,5	Сельское хозяйство
ДЖИБУТИ		1						
	University of Djibouti	1						
			1	Djibouti-1A: 1 спут. (11.11.)	1 (Qube: 1U)	PAN+MS	NA	Метеорология, образование
ИНДИЯ		1						
	Azista BST AS	1						
			1	ABA First Runner: 1 спут. (12.06.)	80	PAN+MS	4,6	Многоцелевое
КЕНИЯ		1						
	SayariLabs	1						
			1	TAIFA-1: 1 спут. (15.04.)	5 (Qube 3U)	PAN+MS	16	Многоцелевое
КОЛУМБИЯ		1						
	GomSpace	1						
			1	FACSAT-2 (Chibiriquete): 1 спут. (15.04.)	12 (Qube 6U)	PAN+MS	5	Картография
СЛОВАКИЯ/ ЧЕХИЯ		1						
	Spacemanic	1						
			1	Veronika: 1 спут. (11.11.)	1 (Qube 1U)	PAN+MS	NA	Популяризация ДЗЗ
ТАИЛАНД		1						
	GISTDA	1						
			1	THEOS-2: 1 спут. (09.10.)	450	PAN+MS	0,5	Многоцелевое
ТАЙВАНЬ		1						
	NSPO	1						
			1	TRITON: 1 спут. (09.10.)	250	GNSS-R	NA	Метеорология

ТУРЦИЯ		1						
	Tübitak Uzay	1						
		1	İMECE: 1 спут. (15.04.)	800	PAN+MS	0,99	Многоцелевое	
ЧИЛИ/ ИЗРАИЛЬ		1						
	Terran Orbital/ ISI	1						
		1	Runner-1: 1 спут. (12.06.)	86	MS+Video	0,71	Многоцелевое	
ШВЕЦИЯ/ ПОЛЬША		1						
	AAC Clyde Space	1						
		1	Intuition-1: 1 спут. (11.11.)	12 (Qube 6U)	HS	25	Многоцелевое	

Примечания.

Сортировка таблицы – по числу запущенных спутников по странам.

Типы и диапазоны съемки:

PAN – оптическая в панхроматическом диапазоне, MS – оптическая в мультиспектральном диапазоне, HS – оптическая гиперспектральная; MWR – микроволновая радиометрия; Video – видеосъемка.

SAR - радиолокационная, PolSAR – радиолокационная с полной поляризацией, InSAR – радиолокационная интерферометрия;

GNSS-R – рефлектометрия сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, RO – радиозатменная.

IR, TIR, MWIR, LWIR – диапазоны инфракрасного, VNIR – видимого и инфракрасного, UV – ультрафиолетового излучения.