

# МИРОВАЯ ОТРАСЛЬ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ. ИТОГИ ЗАПУСКОВ КА ДЗЗ В 2016 Г. И I КВАРТАЛЕ 2017 Г.\*

А.А. Кучейко («РискСат»)

В 1982 г. окончил факультет радиоэлектронных средств Военного инженерного института им. А.Ф. Можайского по специальности «инженер по радиоэлектронике». После окончания института проходил службу в Вооруженных силах СССР и РФ. С 2004 г. работал в ИТЦ «СКАНЭКС». С 2014 г. работает в ООО «РискСат», в настоящее время — генеральный директор. Эксперт группы компаний «СКАНЭКС». Кандидат технических наук.

Прошедший год стал рекордным по числу запусков космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Учитывая возможности спутников ДЗЗ различных габаритов, в настоящем обзоре выделены три класса КА ДЗЗ в зависимости от их массы:

— первый — мини-, средне- и крупноразмерные спутники (100 кг и более);

— второй — микроспутники (от 10 до 100 кг);

— третий — наноспутники (10 кг и менее).

Такая классификация объясняется ролью каждой группы КА в индустрии съемки Земли из космоса. Первый класс объединяет КА всех действующих оперативных систем ДЗЗ, на которых базируется современная космическая индустрия. Во второй класс входят инновационные, экспериментальные и прототипы некоторых существующих и перспективных систем ДЗЗ, которые могут быть развернуты в ближайшие годы. К третьему классу относятся спутники, предназначенные для отработки новых концепций и технологий аппаратуры и систем ДЗЗ. Впрочем, в последние 2–3 года роли КА стремительно меняются.

## Итоги запусков спутников съемки Земли в 2016 г.

В 2016 г. на орбиты Земли были успешно выведены 32 космических аппарата с аппаратурой съемки Земли по гражданским программам ДЗЗ и программам видовой космической разведки массой более 100 кг. Новые спутники принадлежат 13 странам. Лидером по числу запущенных спутников ДЗЗ и метеорологии впервые за многие годы стали США (8), Китай с 6 КА стал вторым (после шести лет лидерства подряд), за ними следуют Ин-

дия (4) и Россия (3). По два КА запустили Европейский союз и Алжир, по одному — Индонезия, Германия, Израиль, КНДР, Перу, Турция, Япония. У Китая запуск одного спутника завершился неудачно.

Запуск такого количества спутников стал рекордным с начала XXI века (рис. 1). Вывод на орбиты более 30 спутников ДЗЗ в год характерен скорее для 1980-х гг., когда в СССР эксплуатировались спутники фоторазведки с небольшой продолжительностью нахождения на орбите. Так, в 1989 г. в мире было

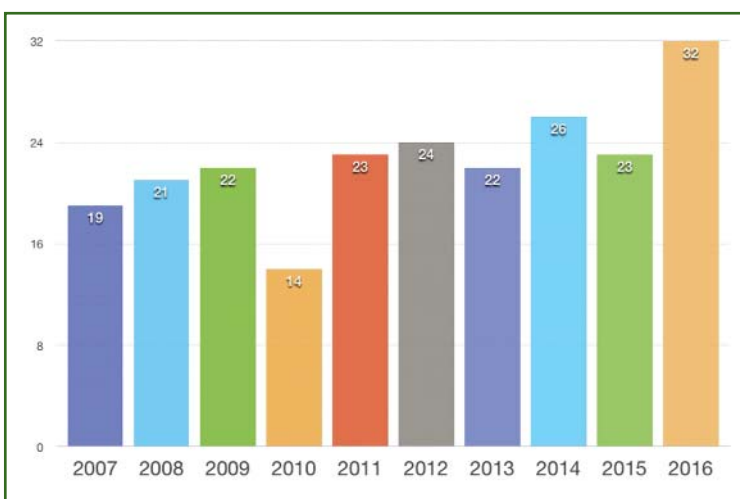


Рис. 1

Темпы запусков спутников, относящихся к первому классу, в 2007–2016 гг.

\* Обзор подготовлен по материалам из открытых источников.

запущено 35 КА с аппаратурой съемки Земли, из них 25 составили секретные спутники фото-разведки СССР.

По назначению и решаемым задачам новые спутники ДЗЗ, запущенные в 2016 г. и относящиеся к первому классу, распределены следующим образом:

— 22 гражданского и двойного назначения;

— 6 военных видовой космической разведки (США, Китай, Россия, Израиль, Перу и Турция);

— 4 метеорологических на геостационарных орбитах.

Подавляющее большинство спутников — 28 из 32, оснащены оптико-электронной аппаратурой съемки Земли, 3 — радиолокаторами с синтезированной апертурой (США, Китай,

Европейский союз) и 1 — СВЧ-радиометром (Индия).

Сохраняется тенденция приоритетного запуска спутников с аппаратурой, предназначенной для получения снимков сверхвысокого пространственного разрешения (<1 м на местности): не менее 16 из 32 новых КА относятся к категории метрового и субметрового разрешения. Краткие сведения о запущенных КА с массой 100 кг и более приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Кроме упомянутых 32 КА первого класса, на орбиту были выведены также 10 микроспутников следующих стран: Китай (3), Япония (3), Аргентина (2), США (1) и Филиппины (1), а также 53 наноспутника: США (45), Китай (4), Индии (2), Испания (1) и Алжир (1).

Частные компании BlackSky Global и Satellogic S.A. (зарегистрирована в Аргентине) начали запуски прототипов серийных микроспутников. Доля коммерческих КА ДЗЗ постепенно



Рис. 2

Характеристики запущенных спутников, относящихся к первому классу

Распределение по государственной принадлежности и назначению спутников первого класса, запущенных в 2016 г.				Таблица 1
Страна	Гражданское и двойное	Назначение Видовая космическая разведка	Метеорология	Всего запущено
США	6	1	1	8
Китай	4(1)*	1	1	6(1)
Индия	3		1	4
Россия	2	1		3
Европейский союз	2			2
Алжир	2			2
Германия	1			1
Индонезия	1			1
Израиль		1		1
КНДР	1			1
Перу		1		1
Турция		1		1
Япония			1	1
<b>Итого запусков в:</b>				
2016 г.	22(1)*	6	4	32(1)*
2015 г.	13	8	2	23

\* Неудачный запуск КА.

растет: 8 из 32 составляют спутники с массой >100 кг, 3 из 10 — микроспутники, 44 из 52 — наноспутники. Среди запущенных наноспутников подавляющее большинство (44 КА) принадлежат американскому стартапу Planet. Настойчивые попытки компании Planet развернуть систему из 150–200 «наноголубей» массой по 4,5 кг уже третий год ведут к аномально высоким цифрам запусков наноспутников.

Продолжилась экспансия европейских аэрокосмических компаний Airbus DS и Telespazio на рынки третьих стран с предложениями по разработке и запуску «под ключ» систем ДЗЗ и видовой разведки. Алжир, Турция и Перу получили новые спутники европейского производства. Чудеса маркетинга проявили менеджеры компании Airbus DS, сумевшие убедить власти Перу в необходимости покупки КА с оптико-электронной аппаратурой для видовой разведки. Спутник предназначен для контроля территорий, граничащих с этой южноамериканской страной в приэкваториальной зоне, закрытой большую часть года облаками.

Стоит отметить, что в 2016 г. США, Япония, Индия и Китай запустили сразу 4 метеоспутника на геостационарные орбиты (обычно, по 1–2 в год). Все новые КА оснащены типовыми радиометрами видимого и ИК диапазонов и атмосферными зондировщиками, а КА Японии, США и Китая — камерами фиксации молниевых разрядов, что позволяет уточнять прогнозы развития штормовых явлений. Атмосферные зондировщики и молниевые камеры становятся штатной аппаратурой новых метеоспутников. Европейский метеоспутник MTG в аналогичной комплектации будет готов к 2019 г. Новый импульс получили нано- и микроспутниковые системы дистанционного зон-

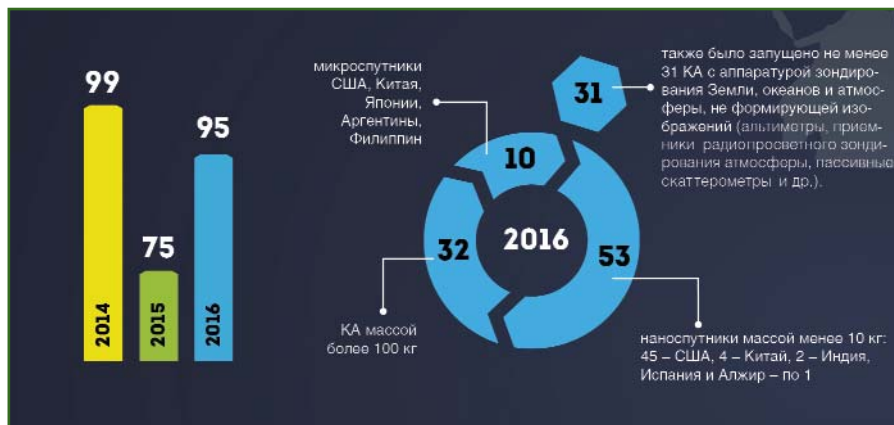


Рис. 3

Количество спутников разных классов и типов, запущенных в 2016 г.

дирования атмосферы и океанов Земли без построения изображений. Впервые NASA запустило систему из 8 микроспутников CYGNSS с приемниками сигналов GPS, которые работают по принципу пассивного многопозиционного скаттерометра и позволяют восстанавливать поле приводного ветра в тропических циклонах. Частная компания Spire Global (США) приступила к созданию многоцелевой системы наноспутников Lemur, предназначенных для зондирования атмосферы и ионосферы Земли с помощью сигналов GPS и для контроля судоходства по сигналам автоматических систем идентификации судов.

Общее число запущенных в 2016 г. КА ДЗЗ всех классов составило 95 КА, что выше по сравнению с 2015 г. (75), но меньше, чем в 2014 г. (99). Подробная информация приведена в табл. 2.

Помимо перечисленных КА, в 2016 г. дополнительно запущено не менее 31 КА с аппаратурой зондирования Земли, океанов и атмосферы, не формирующей изображений (альтиметры, приемники радиопросветного зондирования атмосферы, пассивные скаттерометры и др.) следующими странами: США, Китай, Испания, Канада и Россия (рис. 3). Данный тип

спутников впервые включен в описание итогов запусков КА ДЗЗ ввиду активного развития новых технологий зондирования окружающей среды.

#### Тенденции запусков КА ДЗЗ в 2016 г.

**США** впервые за многие годы вышли в лидеры по запуску спутников, относящихся к первому классу, запустив 8 КА. Обычно крупно- и среднеразмерные спутники, запускаемые США, имеют большой срок эксплуатации, из-за чего темп замены КА в развернутых системах сравнительно низкий (1–3 КА в год). Но в 2016 г. США заняли первое место в мировом рейтинге в связи с реализацией планов компаний-стартапов по созданию коммерческих систем на базе миниразмерных спутников. Лидерство США обеспечила компания TerraBella (в настоящее время — Planet), запустившая 6 серийных миниразмерных спутников SkySat. Таким образом, рекордный рост запусков КА ДЗЗ связан с тенденцией создания коммерческих группировок миниразмерных КА.

С учетом новых спутников США развернули крупнейшую в мире группировку КА с аппаратурой для съемки Земли массой >100 кг — более **40 спутников**.

**Китай** впервые за шесть лет уступил мировое лидерство.

Небольшой спад по числу запущенных КА (6 вместо 8 в 2015 г.) объясняется тем, что в Китае завершилось развертывание многокомпонентной секретной системы видовой разведки на базе КА серии Yaogan, наступила пора поддержания их работоспособности с небольшим темпом запусков. В то же время продолжается экспансия Китая на мировой рынок геопро пространственной продукции на основе космических снимков, в создании которой участвуют как частные, так и государственные компании. Компания-оператор Sivei Star Co. запустила два первых коммерческих КА Gaojing-1 и Gaojing-2 с разрешением до 0,5 м, положив начало созданию системы из 24 КА. Стоит отметить, что Китай стал третьим в мире поставщиком снимков с разрешением 0,5 м после США и Республики Корея (не учитывая снимки с француз-

ского КА Pleiades с исходным разрешением 0,7 м, в которых после процедуры ресэмплинга размер проекции пикселя уменьшается с 0,7 м до 0,5 м).

Китай удерживает второе место в мире после США по численности группировки КА для съемки Земли массой >100 кг (около **30 спутников**), а также в области реализации планов создания коммерческих группировок КА ДЗЗ.

**Индия** после относительно спокойных лет вновь приступила к интенсивному обновлению космической группировки для съемки Земли. В 2016 г. Индией установлен национальный рекорд. В результате семи успешных стартов ракетносителей собственного производства на рабочие орбиты выведены 4 КА ДЗЗ: Cartosat-2C (видовая разведка), ScatSat-1 (океанографический), Resourcesat-2A (многофункциональный ДЗЗ) вместе с попутными полезными

нагрузками и геостационарный метеоспутник INSAT-3DR. Всего космическая группировка Индии насчитывает **16 спутников** массой >100 кг и охватывает все основные тематические направления ДЗЗ: два многоцелевых КА мониторинга природных ресурсов (Resourcesat-2 и Resourcesat-2A); спутник для картографической съемки (Cartosat IRS-P5); четыре КА видовой разведки и двойного назначения (Cartosat-2, Cartosat-2A, Cartosat-2B и Cartosat-2C); два многоцелевых КА всепогодной радиолокационной съемки (RISAT-1 и RISAT-2); два океанографических КА (Oceansat-2 и ScatSat); спутник изучения атмосферы, тропических циклонов и изменений климата (Megha-Tropiques); четыре метеоспутника на геостационарных орбитах для непрерывной съемки территории Индии (Kalpana-1, INSAT-3D, INSAT-3DR и INSAT-3A).

Распределение по государственной принадлежности трех классов спутников, запущенных в 2016 г.

Таблица 2

Страна	Класс спутников			Всего запущено
	Мини-, средне- и крупноразмерные	Микроспутники	Наноспутники	
США	8	1	45	54
Китай	6	3	4	13
Индия	4		2	6
Япония	1	3		4
Россия	3			3
Алжир	2		1	3
Европейский союз	2			2
Аргентина		2		2
Германия	1			1
Индонезия	1			1
Израиль	1			1
Испания			1	1
КНДР	1			1
Перу	1			1
Турция	1			1
Филиппины		1		1
<b>Итого запусков в:</b>				
<b>2016 г.</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>53</b>	<b>95</b>
<b>2015 г.</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>75</b>

Индия в 2017 г. заменит КА системы видовой разведки и высокодетальной съемки (Cartosat-2, Cartosat-2A и Cartosat-2B) на спутники с улучшенным разрешением от 0,8 м до 0,6 м на местности (Cartosat-2C, Cartosat-2D и Cartosat-2E), а также запустит на геостационарную орбиту инновационный спутник непрерывного обзора Земли с высоким разрешением GISAT (аналог китайского Gaofen-4).

**Россия** в 2015–2016 гг. практически «с нуля» развернула систему видовой космической разведки, но в гражданской отрасли опять наметился сдвиг плановых сроков запусков на более поздние даты, характерный для минувшего пятилетия. Успешно запущены три КА: «Ресурс-П» № 3, «АИСТ-Д» (Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева) и военный картографический спутник «Барс № 2». На 2017 г. перенесены запуски КА «Канопус-В-ИК» и «Метеор-2М-1».

В составе российской группировки КА для съемки Земли массой >100 кг насчитывается **11 спутников.**

**Европейский союз** запустил два КА, продолжив создание уникальной группировки спутников ДЗЗ серии Sentinel по программе Copernicus с открытым доступом к космической информации. К двум уже запущенным спутникам добавлены океанографический Sentinel-3A и второй радиолокационный КА Sentinel-1B. Состав системы будет расширен в 2017 г.

#### ▼ Итоги I квартала 2017 г.

В I квартале 2017 г. Китай, Индия, Европейский союз и Япония запустили пять КА для съемки Земли, относящихся к первому классу, что примерно соответствует среднегодовым темпам запусков. Рекорд установлен в категории наноспут-

ников, в основном благодаря усилиям компании Planet. Ракетноситель PSLV (Индия) 15 февраля 2017 г. вывел на орбиту спутник видовой разведки Cartosat-2D (Индия) и 104 наноспутника, которые включают ~92 КА ДЗЗ (среди них 88 КА Dove компании Planet). Таким образом, в I квартале были запущены 97 КА ДЗЗ, в том числе 5 спутников, относящихся к первому классу, и 92 наноспутника. С учетом заявленных планов наступивший год обещает побить рекорд по общему числу КА ДЗЗ, превысив рубеж в 100 спутников.

На мировом рынке ДЗЗ произошли заметные слияния и поглощения, что связано с процессами укрупнения стартапов и улучшением позиций в конкурентной борьбе за рынок. Компания Planet приобрела у Google инновационный стартап TerraBella, а компания MDA (Канада) купила DigitalGlobe за 2,4 млрд долл. Теперь среди данных ДЗЗ, предлагаемых MDA-DigitalGlobe, кроме сверхдетальных изображений в оптическом диапазоне с КА и БПЛА, появятся радиолокационные снимки с КА RADARSAT-2 (аналогично спутникам компании Airbus DS: Pleiades, SPOT-6, SPOT-7 (все — с оптико-электронной аппаратурой) и TerraSAR-X/TanDEM-X с радиолокатором с синтезированной апертурой). Однако пока конкуренция стартапов не привела к давно ожидаемому радикальному снижению цен на данные ДЗЗ, включая геопространственную продукцию, предлагаемую на их основе.

NASA завершило орбитальные испытания и приступило к калибровке и валидации данных инновационной системы из восьми микроспутников CYGNSS (Cyclone Global Navigation Satellite System), предназначенной для зондирования ветра в тропических циклонах.

#### ▼ Итоги

Прошедший год ознаменовал начало запуска уже серийных миниразмерных КА частной компании из США, что обеспечило рекордно высокое количество запусков спутников первого класса и позволило США обойти Китай в национальном зачете.

Китай сохранил лидирующие позиции после США, начал наращивать число малоразмерных КА в орбитальных группировках. Незначительное снижение числа запусков связано с завершением развертывания национальной системы видовой разведки. Для завоевания своей доли на мировом рынке ДЗЗ Китай использует КА двойного назначения Gaofen и Tianhui, финансируемые государством, а также спутники частных компаний.

Индия приступила к обновлению национальной системы ДЗЗ, доведя число КА в ней до 16. Европейский союз продолжает создавать систему КА Sentinel, одновременно оказывая услуги по созданию и запуску КА ДЗЗ и видовой разведки развивающимся странам. Россия воссоздала группировку видовой разведки, но не реализовала полностью планы запуска КА ДЗЗ гражданского назначения, заявленные на 2016 г. США, Япония и Китай начали вывод новых метеоспутников на геостационарные орбиты с новой аппаратурой зондирования Земли, в том числе камерами регистрации грозовой активности.

В 2016 г. в США начались запуски метеорологических систем микро- и наноспутников с аппаратурой зондирования атмосферы и океанов, основанной на принципах регистрации параметров сигналов GPS. Спутники могут стать прототипами новых оперативных систем зондирования атмосферы и океанов Земли.