

ИТОГИ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЗЗ В 2022 Г. И ПЕРСПЕКТИВЫ 2023 Г.

Р.В. Пермяков («Ракурс»)

В 2012 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». После окончания университета работает в компании «Ракурс», в настоящее время — руководитель группы ДЗЗ. Кандидат географических наук.

Т.Д. Данилова (НПК «Ракурс Проекты»)

В 2013 г. окончила географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «география». После окончания университета работает в АО НПК «Ракурс Проекты», в настоящее время — менеджер группы ДЗЗ.

В 2022 г. состоялось около 170 запусков космических аппаратов (КА). Более двух третей из них в качестве основной или попутной полезной нагрузки использовали оборудование различного назначения для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): коммерческие спутники для съемки Земли в гражданских целях; профессиональные научно-исследовательские аппараты для мониторинга гидросферы и атмосферы; опытные образцы для тестирования технологий съемки, в том числе в образовательных целях; аппараты двойного назначения.

Среди основных тенденций отрасли в 2022 г. можно отметить следующие:

- как и последние 5 лет по числу запущенных КА с большим отрывом лидируют США и Китай;

- продолжается переход от запуска и поддержки малых группировок полноразмерных спутников к большим созвездиям малых и сверхмалых аппаратов с высокой периодичностью съемки (при сохранении темпов к 2024 г. последние

займут 85% от общего числа КА ДЗЗ с оптико-электронной аппаратурой);

- стремительно растет число действующих на орбите КА с радиолокационной аппаратурой;

- планомерно пополняются не только глобальные, но и региональные группировки спутников (Golden Bauhinia (Гонконг), GRUS (Япония) и другие);

- увеличивается число стран — операторов ДЗЗ (ArmSat-1 (Армения), ZIMSAT-1 (Зимбабве), PearlAfrica-SAT (Уганда)).

Ключевые КА ДЗЗ, запущенные на орбиту в 2022 г., и их основные характеристики приведены в таблице.

▼ Оптические данные

Наибольшим числом КА ДЗЗ с оптико-электронной аппаратурой сверхвысокого разрешения в 2022 г. пополнилось созвездие спутников Daily-Vision оператора CGST из Китая (экспортер данных в Россию — HEAD Aerospace Group). В результате 6 запусков на орбиту был выведен 41 КА серии

JL-1GF03D с разрешением до 0,75 м. В зависимости от широты места периодичность съемки с КА DailyVision может составлять до 15 раз в день. В настоящее время аппараты созвездия способны выполнять самую раннюю съемку среди всех коммерческих КА ДЗЗ — в 09 ч 20 мин по местному времени.

Весной 2022 г. независимо друг от друга операторами CGST и SiWei из Китая были запущены КА ДЗЗ с оптико-электронной аппаратурой JL1-GF04A и SuperView Neo 1 (01 и 02), соответственно. Это первые китайские КА с пространственным разрешением 0,3 м — самым высоким пространственным разрешением исходных снимков на коммерческом рынке ДЗЗ. Аналогичный по разрешению (0,3 м) КА с оптико-электронной аппаратурой EROS-C3 был запущен в конце 2022 г. компанией ImageSat (Израиль).

К созвездию КА EarthScanner (экспортер данных в Россию — HEAD Aerospace Group) в мае 2022 г. добавился новый спутник JL-1KF01C. По сочетанию ширины полосы съемки (свыше

Характеристики космических аппаратов ДЗЗ, запущенных на орбиту в 2022 г.

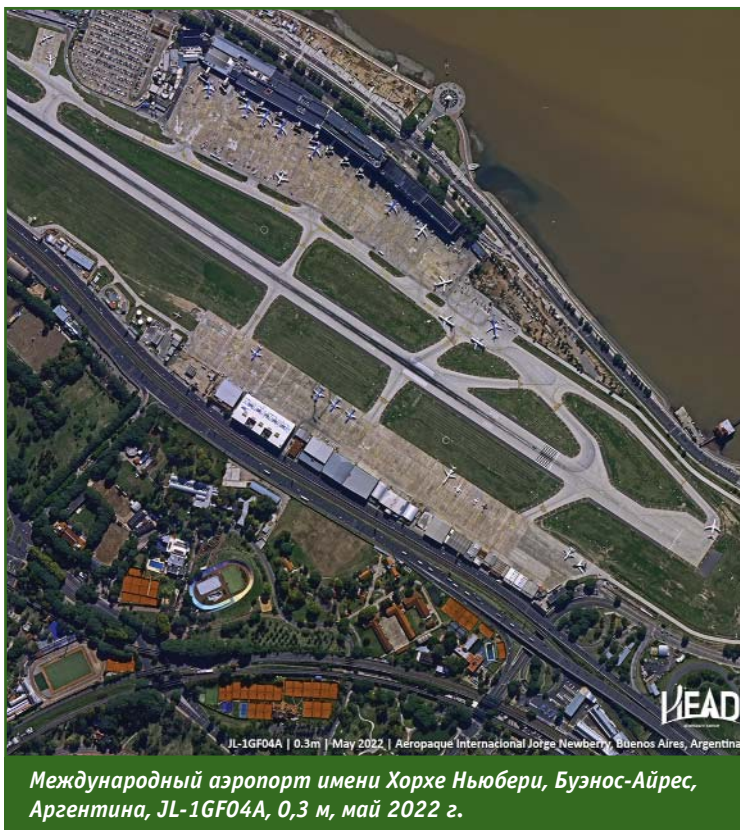
Наименование КА или группировки	Дата запуска / число КА	Государство / оператор	Масса кг	Тип съемочной аппаратуры	Пространственное разрешение снимков, м / пиксель	Основное назначение
SuperDoves	13 января / 44 спутника Flock 4x	США / Planet Labs	4	Оптико-электронная	4	Многоцелевое
Capella	13 января / Capella-7, Capella-8	США / Capella Space	100–107	Радиолокационная	0,3; 0,5; 0,75 X-диапазон	Многоцелевое
ICEYE	13 января / ICEYE-X14, ICEYE-X16 25 мая / ICEYE-X17–X20, ICEYE-X24	Финляндия / ICEYE	85	Радиолокационная	0,5–1,5 X-диапазон	Мониторинг ледовой обстановки
Umbra	13 января / Umbra-02 25 мая / Umbra-03	США / Umbra Space	70	Радиолокационная	0,25–2,0 X-диапазон	Многоцелевое
Ludi Tance (L-SAR-01)	25 января / LT-1 01A 26 февраля / LT-1 01B	Китай / CNSA	3200	Радиолокационная	3,0 L-диапазон	Мониторинг чрезвычайных ситуаций, экологический мониторинг
COSMO-SkyMed (2 nd gen)	31 января / CSG-2	Италия / Italian Space Agency	2205	Радиолокационная	0,3; 0,6; 0,8 3,0; 4,0; 6,0 X-диапазон	Многоцелевое
RISAT	14 февраля / EOS-04 (RISAT-1A)	Индия / ISRO	1710	Радиолокационная	1,0–50,0 C-диапазон	Многоцелевое
Tianxian-SAR	27 февраля / Chaohu-1	Китай / Spacecraft	285	Радиолокационная	0,5; 3,0; 12; 20 C-диапазон	Многоцелевое
DailyVision	27 февраля / JL-1GF03D-10–18 30 апреля / JL-1GF03D-04–07 5 мая / JL-1GF03D-27–33 10 августа / JL-1GF03D-35–43 16 ноября / JL-1GF03D-08, JL-1GF03D-51–54 9 декабря / JL-1GF03D-44–50	Китай / CGST	43	Оптико-электронная	0,75	Многоцелевое
Taijing	27 февраля / Taijing-4 01	Китай / Minospace	350	Радиолокационная	1,0 X-диапазон	Многоцелевое
StriX	28 февраля / StriX-β 15 сентября / StriX-10	Япония / Synspecitive	150	Радиолокационная	1,0–3,0 X-диапазон	Мониторинг городской инфраструктуры
EnMAP	1 апреля / EnMAP	Германия / German Aerospace Center	936	Гиперспектральная	30,0 VNIR, SWIR	Экологический мониторинг

Наименование КА или группировки	Дата запуска / число КА	Государство / оператор	Масса, кг	Тип съемочной аппаратуры	Пространственное разрешение снимков, м / пиксель	Основное назначение
Aleph-1	1 апреля / CuSat 23–27 25 мая / CuSat 28–31	Аргентина / Satellogic	37,5	Оптико-электронная + видео	1,0 (ПАН) 1,0 (МС)	Многоцелевое
Pixxel TD-2 Shakuntala	1 апреля / TD-2 Shakuntala	Индия / Pixxel	15	Гиперспектральная	10,0 VNIR, SWIR	Многоцелевое
BlackSky	2 апреля / BlackSky-16, BlackSky-17	США / BlackSky Global (BSG)	55–56	Оптико-электронная	1	Мониторинг ЧС, экологический мониторинг
Gaofen-3	6 апреля / Gaofen-3 03	Китай / CNSA	2779	Радиолокационная	1 С-диапазон	Многоцелевое
SuperView Neo 1	29 апреля / SuperView Neo 1-01, SuperView Neo 1-02	Китай / SiWei	540	Оптико-электронная	0,3 (ПАН) 1,2 (МС)	Многоцелевое
JL1-GF04A	30 апреля / JL1-GF04A	Китай / CGST	95	Оптико-электронная	0,3 (ПАН) 1,2 (МС)	Многоцелевое
EarthScanner (JL-1KF01)	5 мая / JL-1KF01C	Китай / CGST	450	Оптико-электронная	0,5 (ПАН) 2 (МС)	Многоцелевое
GHGSat	25 мая / GHGSat-C3, GHGSat-C4, GHGSat-C5	Канада / GHGSat	15	Гиперспектральная	20–30 SWIR	Мониторинг выбросов парниковых газов
ArmSat-1	25 мая / ArmSat-1 (Urdaneta)	Испания / Армения / Satlantis	15	Оптико-электронная	1,8 (МС)	Многоцелевое
NeuSAR	30 июня / NeuSAR	Сингапур / ST Engineering	155	Радиолокационная	0,5–3,0 Нет данных о диапазоне	Многоцелевое. Первый малый спутник с поддержкой всех видов поляризации
SuperView Neo 2	15 июля / SuperView Neo 2-01, SuperView Neo 2-02	Китай / SiWei	540	Радиолокационная	0,5–3,0 Нет данных о диапазоне	Многоцелевое
Beijing-3	24 августа / Beijing-3B	Китай / Сингапур / 21 Century AT	1200	Оптико-электронная	0,5 (ПАН) 2 (МС)	Многоцелевое
QPS-SAR	12 октября / QPS-SAR-3, QPS-SAR-4	Япония / iQPS	170	Радиолокационная	0,5 X-диапазон	Многоцелевое
S-SAR 01	12 октября / S-SAR 01	Китай / МЧС	<1000	Радиолокационная	5,0 S-диапазон	Мониторинг ЧС, экологический мониторинг
EROS	30 декабря / EROS-C3	Израиль / ImageSat	400	Оптико-электронная	0,3 (ПАН) 0,6 (МС)	Многоцелевое

Примечания.

Сортировка таблицы — по времени запуска. ПАН — панхроматический диапазон; МС — мультиспектральный диапазон; VNIR, SWIR — диапазоны инфракрасного излучения.

Курсивом выделены КА, продажу данных с которых осуществляет компания «Ракурс».



тра можно выделить созвездие малых спутников Aleph-1 с пространственным разрешением 1 м (оператор — компания Satellogic, Аргентина). В 2022 г. созвездие пополнилось 9 КА и в настоящее время насчитывает более 20 действующих аппаратов. Помимо фотосъемки спутники созвездия способны вести видеосъемку.

Результатом партнерства компании 21 Century AT (Сингапур) с коллегами из Aerospace Dongfanghong Satellite Co. (Китай) стал запуск КА с оптико-электронной аппаратурой Beijing 3B с пространственным разрешением 0,5 м. Он базируется на технологических решениях запущенного годом ранее спутником Beijing 3A, но имеет большую ширину обзора.

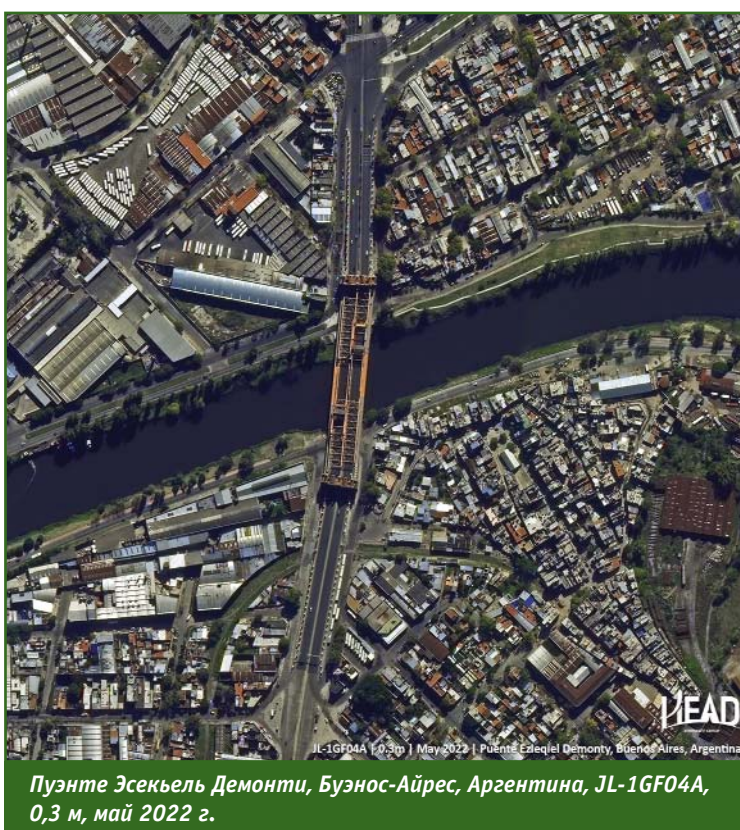
▼ **Гиперспектральные данные**

Ниша обеспечения потребителей гиперспектральными данными была заполнена в 2022 г. операторами ДЗЗ из Европы, Индии и Северной Америки.

Запущенная в апреле миссия EnMAP (Германия) направлена на оценку состояния климатических условий и решение задач экологического мониторинга на основе анализа данных в диапазонах инфракрасного излучения VNIR и SWIR с пространственным разрешением 30 м.

Компания Pixxel (Индия) запустила КА TD-2 Shakuntala, способный получать гиперспектральные изображения с самым высоким пространственным разрешением — 10 м.

Уникальное созвездие спутников GHGSat (Канада) пополнилось еще тремя аппаратами. Запатентованная технология спектрометрирования коротковолнового инфракрасного излучения позволяет выполнять мониторинг выбросов парниковых газов (метана и углекислого газа) с пространственным



150 км) и пространственному разрешению (0,5 м) созвездие не имеет аналогов в мире.

Среди других КА с оптико-электронной съемочной аппаратурой в видимой зоне спек-

разрешением на местности до 30 м.

▼ Радиолокационные данные

Положительную динамику в течение всего года демонстрировали запуски радиолокационных КА с синтезированной апертурой. Активизировались «старые» игроки радиолокационного сектора (Итальянское космическое агентство), набирающие опыт частные компании новой волны (Spacety, ICEYE, Capella Space, Umbra Space) и выходящие на этот рынок аффилированные с государством «старые» игроки оптического сектора (ISRO, CNSA, SiWei, ST Engineering, Syntective, Minospace).

Итальянское космическое агентство завершило формирование созвездия COSMO-SkyMed запуском КА CSG-2 второго поколения. Созвездие состоит из двух аппаратов, действующих в X-диапазоне с разрешением от 0,3 м в режиме Spotlight и с периодичностью съемки в 16 дней.

Запуск четырех космических аппаратов радиолокационной съемки в X-диапазоне (двух — в 2022 г. и двух — в январе 2023 г.) с самым высоким пространственным разрешением на коммерческом рынке ДЗЗ — 0,25 м в режиме Spotlight — провела компания Umbra Space (США).

Компания Spacety (Китай) запустила первый КА Chaohu-1 в рамках создания группировки микроспутников Tianxian-SAR в С-диапазоне, которая по плану будет насчитывать 96 аппаратов. На вторую половину 2023 г. запланирован запуск трех КА.

Компании ICEYE (Финляндия) и Capella Space (США) продолжили расширение группировок радиолокационных малых и микроспутников в X-диапазоне.

Группировка ICEYE пополнилась 7 спутниками в 2022 г. и 3 спутниками в январе 2023 г. Запуск еще 11 космических аппаратов запланирован на конец 2023 г. Целью компании является создание созвездия из 48 радиолокационных спутников с возможностью съемки одного и того же участка местности как минимум дважды в день.

Компания Capella Space запустила 2 КА в 2022 г., запуск еще 2 КА запланирован на 2023 г. Цель компании — формирование созвездия Capella из 36 радиолокационных спутников с периодичностью съемки до 1 часа.

▼ Потери

Запуск КА ДЗЗ Pleiades Neo 5 и Pleiades Neo 6 (оператор — компания Airbus D&S) в декабре 2022 г. завершился неудачей. По оценке экспертов, техническая проблема возникла в работе второй ступени ракеты-носителя. Первые два спутника созвездия Pleiades Neo с разрешением 0,3 м были выведены на орбиту в апреле и августе 2021 г.

В декабре 2021 г. из строя вышел радиолокационный КА Sentinel-1B. Продолжавшиеся на протяжении всего 2022 г. попытки Европейского космического агентства восстановить его работу успехом не увенчались. В 2023 г. ему на замену планируется запуск идентичного по характеристикам аппарата Sentinel-1C.

▼ Перспективы

В 2023 г. Госкорпорация «Роскосмос» планирует вывести на орбиту девять КА ДЗЗ, в том числе радиолокационные аппараты «Кондор-ФКА» и «Обзор-Р», спутник с оптико-электронной аппаратурой сверхвысокого пространственного разрешения «Ресурс-П», а также аппараты гидрометеорологического обеспечения:

«Ионосфера» (2 спутника), «Метеор-М» (2 спутника), «Электро-Л» и «Арктика-М».

Силами специалистов РКЦ «Прогресс» и Самарского университета им. Королёва активно продолжается разработка новых спутников серии «Аист». На вторую половину 2023 г. запланирован запуск двух идентичных малых космических аппаратов «Аист-2Т», способных вести стереоскопическую съемку.

На март 2023 г. Японским агентством аэрокосмических исследований (JAXA) запланирован запуск спутников ALOS нового поколения: ALOS-3 с оптико-электронной аппаратурой (0,8 м (PAN), 3,2 м (MS)) и радиолокационного ALOS-4 в L-диапазоне.

Запуски 4 космических аппаратов WorldView Legion с разрешением 0,3 м (оператор — компания Maxar), запланированные на 2022 г., также перенесены на 2023 г.

▼ Источники информации о запусках

1. <https://www.eoportal.org/satellite-missions>.
2. <https://space.skyrocket.de>.
3. <https://www.newspace.im>.
4. <https://earth.esa.int/eogateway/missions>.
5. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_January-June_2022.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_July-December_2022.
7. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_January-June_2023.
8. <https://novosti-kosmonavtiki.ru>.
9. www.kommersant.ru/doc/5667530.
10. Данилова Т.Д., Пермяков Р.В. Итоги запусков космических аппаратов ДЗЗ в 2021 г. и перспективы 2022 г. // Геопрофи. — 2022. — № 1. — С. 10–12.