

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,
С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б

Тел.: (495) 607-31-18.

E-mail: ref@radio.ru

Приём статей — e-mail: mail@radio.ru

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: advert@radio.ru

Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-87-39

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 22.03.2024 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт редакция.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.


В перепику редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2024. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 01470-24 .

Dr.Web  Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российской разработки средства информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com
Бесплатный номер службы поддержки в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

▶ RINET ▶
БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон: +7(495)981-4571
E-mail: info@rinet.ru
Сайт: www.rinet.ru

Высоко сижу, далеко гляжу...

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

*"Ум всех людей, вместе взятых,
не поможет тому, у кого нет своего:
слепому не в пользу чужая зоркость".*

**Жан де Лабрюйер,
французский мыслитель**

Сфера применения дистанционного зондирования Земли

Сверху видно всё! Это часто встречающееся изречение появилось, наверное, с тех пор, когда человек впервые залез на высокое дерево или взобрался на гору. С тех пор "пролетело" много воздушных шаров, подзорных труб и аэростатов, пока развитие авиационной техники и технологии фотографирования естественным образом не привело к появлению аэрофотосъёмки, а с началом эры освоения околоземного космического пространства в конце 1950-х, в начале 1960-х годов появилась и новая отрасль — дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса (что, впрочем, отнюдь не умаляет важность других способов ДЗЗ).

В частности, на форуме "Армия-2023" стало известно о планах России увеличить число спутников ДЗЗ "Кондор-ФКА" с двух до четырёх. Эти спутники могут получать высококачественные изображения земной поверхности в любых условиях. К ним мы ещё вернёмся, а пока отметим, что современное развитие технологий ДЗЗ расширяет сферу их применения, охватывая все стороны нашей жизни, включая метеорологию, экологию, океанографию, геологию и геодезию. Результаты анализа ДЗЗ могут затрагивать практически все отрасли хозяйствования, промышленного производства и государственного управления.

Космические снимки и космический мониторинг всё активнее используются в самых разных отраслях хозяйства. Необходимость использования данных ДЗЗ для повышения качества управления ни у кого сейчас сомнений не вызывает. Космический мониторинг позволяет получать однородную и сравнимую по качеству объективную информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых земных обследованиях. Полученная в результате космического дистанционного мониторинга Земли информация интересна как сама по себе для учёных, так и в качестве вводных данных для дальнейшей их визуализации и трёхмерного моделирования:

— рельефа суши и океанов, включая океаническое дно (батиметрия);

— гравитационного поля и его неоднородности;

— магнитосферы Земли;

— зелёных насаждений и природных лесов;

— загрязнения атмосферы и гидросферы.

Наличие дополнительных программных комплексов для пространственной аналитики и повышения разрешения результатов ДЗЗ позволяет детально изучить определённую

местность, будь то административный или эколого-природный район, в интересующем разрезе исследований.

Анализ вероятности стихийных бедствий и оценка возможного ущерба от природных катаклизмов или техногенных катастроф, военно-тактические задачи и навигация на суше, в воздухе и на воде, градостроительное и инфраструктурное проектирование, помощь в работе аграриев и лесоохранных ведомств — всё это тоже сфера ДЗЗ. Однако, как свидетельствуют специалисты, оборона и георазведка (GEOINT) являются их основными источниками дохода в области ДЗЗ.

Из официального определения следует, что ДЗЗ — это мониторинг поверхности нашей планеты с помощью оптических, радарных и иных оптоизмерительных приборов на значительном удалении от объекта изучения, т. е. с орбитальных спутников, самолётов, аэростатов и беспилотных летательных аппаратов. Для сбора данных используется и наземное оборудование для корректировки позиционирования снимков и проведения некоторых измерений, включая сейсмическую активность, климатические факторы и т. п.

Космические и беспилотные приборы для активного дистанционного изучения нашей планеты имеют собственный источник сигнала, который сканирует поверхность и в отражённом виде возвращается на космический аппарат (КА), где и проходит обработку с накоплением полученных данных. Среди используемых для зондирования Земли активными дистанционными системами инструментов наиболее распространены шесть приведённых ниже.

Радар — классическая система обнаружения и сканирования удалённых объектов, а также определения расстояния до них, основанная на излучении электромагнитной волны, её отражении от интересующей поверхности и регистрации на приборе. Радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА) — это активный датчик ДЗЗ с боковым обзором, размещаемый на борту летательного аппарата. При радиолокационной съёмке для получения информации используется микроволновый диапазон путём облучения земной поверхности и регистрации отражённого обратно сигнала. Радиолокационная съёмка является незаменимой по сравнению с другими средствами наблюдения в сложных погодных условиях. Она имеет возможность получения снимков в любое время суток и в любую погоду, с высокой точностью измерения координат и геометрических характеристик объектов, возможностью наблюдения и обнаружения объектов, невидимых в оптическом или инфракрасном диапазонах электромагнитного спектра, скрытых снежным или растительным покровом, а также находящихся под поверхностью Земли.

Лидары по своему принципу работы похожи на радары, за исключением вида сигнала. В лидарах используется луч света.

Альтиметры измеряют высоту с помощью лазера.

Дальномеры передают сигнал между собой для определения расстояния.

Эхолоты изучают климат и погоду с помощью излучаемых импульсов. Эхолоты также могут быть и пассивного типа.

Рефлектометры или скаттерометры излучают микроволны и регистрируют их рассеивание для дистанционного зондирования морей и других рельефных особенностей Земли.

С другой стороны, изучение планеты с помощью приборов и датчиков, которые не оборудованы собственными источниками сканирующего сигнала, возможно только при наличии достаточного уровня солнечной освещённости. Для ДЗЗ такими методами также используют естественное электромагнитное и гравитационное поле.

Для пассивного сбора информации применяют мультиспектральные датчики ДЗЗ, которые позволяют изучать отражённое от Земли излучение далеко за пределы спектра видимого света, а также магнитосферу и другие планетарные источники энергии. Для этого используют спектрометры, радиометры (в том числе и гиперспектральные), спектрорадиометры, радиометрические сканеры, эхолоты, акселерометры. В частности, гиперспектральная съёмка обладает двойными преимуществами спектроскопии и оптической визуализации, т. е. позволяет собирать множество спектральных характеристик по всему спектру в дополнение к двумерным (2D) пространственным изображениям. После разработки технологии гиперспектральной съёмки она привлекла внимание учёных как из академических, так и из промышленных кругов и стала центром исследований во всём мире. В первые дни гиперспектрального дистанционного зондирования (HRS) в основном использовалось для идентификации целей на другом фоне для военных применений. В настоящее время HRS демонстрирует большой потенциал в мониторинге окружающей среды.

Информация, полученная в ходе ДЗЗ, доступна как в открытых, так и специализированных базах организаций, эксплуатирующих орбитальные спутники. Такой работой занимаются частные и государственные компании, участвующие в глобальном рынке космических услуг, например Роскосмос и другие европейские, американские и азиатские владельцы соответствующих спутниковых систем для ДЗЗ.

Обработка информации

Собранную с помощью космического мониторинга информацию необходимо грамотно обработать и систематизировать, а в некоторых случаях и скорректировать. Современные программы для пространственной аналитики, дешифровки и визуализации собранного массива данных позволяют получить удобный пользовательский интерфейс для работы с базами ДЗЗ. В результате такой обработки информации пользователь получает графическое двух- или трёхмерное изображение интересующего участка Земли с

визуализированной на ней аналитической и исследовательской информацией.

В документе Управления ООН по вопросам космического пространства (UNOOSA) космическая экономика определяется как полный спектр деятельности и использование ресурсов, которые создают ценность и выгоды для людей в процессе изучения, исследования, понимания, управления и использования пространства. Хотя основными элементами космической экономики являются радиовещание и связь, ДЗЗ, производство спутников и ракет-носителей, сопутствующие услуги и наземное оборудование, она также включает все связанные с ней отрасли, такие как Интернет, сельское хозяйство, лесное хозяйство, архитектура, инженерия и строительство, и это лишь некоторые из них.

Рынки ДЗЗ

Мировая космическая экономика оценивалась от 350 млрд долл. (Morgan Stanley) до 447 млрд USD (Space Foundation) в 2019 г., незадолго до начала пандемии Covid. Кстати, пандемия показала, что космические системы определения положения, времени и навигации (PNT — Positioning, Navigation and Timing), связь и ДЗЗ имеют решающее значение, поскольку они обеспечивают инновационные решения в условиях ограниченного передвижения.

Что касается рынка ДЗЗ, то по данным исследования рынка спутниковых систем ДЗЗ, организованного аналитиками Euroconsult, в период с 2014 г. по 2023 г. в космос запущено 353 КА ДЗЗ, а мировой рынок ДЗЗ вырос до 36 млрд долл., что на 85 % больше, чем по итогам прошлого десятилетия. Также увеличится число стран, которые имеют собственные КА, — с 33 в 2004 г. — 2013 г. до 41 к 2023 г. Продолжит расти государственная поддержка рынка, поскольку всё больше стран будут расширять свои спутниковые программы.

В прошлом в области ДЗЗ доминировали крупные правительственные игроки, такие как Landsat из Системы данных и информации системы наблюдения Земли (EOSDIS), Copernicus из Европейского космического агентства (EKA) и IRS из Индийской организации космических исследований (ISRO), а также сами страны, такие как Россия, Китай, Япония и многие другие, которые приложили усилия для получения качественных данных ДЗЗ.

Новички делают ставку на созвездия малых спутников со средним и высоким разрешением, которые обладают почти ежедневной периодичностью съёмки. Это революционизирует мониторинг быстрых изменений. Planet Labs была лидером в этой области с её созвездием малых спутников Dove и Skysat, которые составляют 43 % от всех запущенных малых оптических спутников ДЗЗ. Другие — Black Sky Global и Satellogic. Спутники радиолокационного изображения в категории малых спутников производят компании



Capella Space, ICEYE, e-Geos и Umbra Labs. Многие выходят за рамки оптических и микроволновых датчиков изображения, обращаясь к радиочастотным сигналам из космоса и Земли (Hawkeye 360 и Spire) и парниковым газам (GHGSat). Новички разворачивают локальную производственную базу для создания и эксплуатации спутников. Доля стран СНГ на мировом рынке метеоспутников составляет 8 %.

Для того чтобы отличаться от своих конкурентов, компании расширяют спектр получаемых изображений с помощью гиперспектральных камер, радара с синтезированной апертурой, радиочастотной геолокации и инфракрасного излучения. Добавление новых модальностей и феноменологий открывает новые возможности для исследователей и компаний в поиске новой интересной аналитики. Они помогают устранять многие ограничения, налагаемые на традиционные оптические изображения, т. е. облачный покров, ночное время и т. д. Кроме того, эти инструменты позволяют использовать новые методы для анализа наводнений, обнаружения изменений, роста растительности, оседания почвы и нарушения почвы и пр.

Устройства Интернета вещей всё чаще используются для сбора данных на месте. Доступ к таким данным, особенно из отдалённых районов, также может осуществляться с помощью КА. Объёмы данных там невелики, и требования к их сбору, возможно, составляют несколько раз в день. Такие требования могут быть удовлетворены с помощью небольших спутников на низких околоземных орбитах.

По мнению экспертов, рынок спутников ДЗЗ ожидает быстрый рост, а новички смогут предложить выгодные конкурентоспособные решения. В связи с ростом предложения конкуренция на рынке растёт, поэтому для операторов ДЗЗ расширение списка клиентов и диверсификация выйдут на первый план.

Инвестиции в спутниковые системы ДЗЗ и метеорологические программы достигли максимума в 2013 г. и увеличились, по сравнению с 2012 г., на 13 % — до 8,7 млрд долл. Они остаются одной из основных статей расходов государственных космических программ. По данным исследовательского агентства BCC Research, приоритетными направлениями остаются ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций и сельское хозяйство.

С точки зрения географии, США, Китай и Европа были в тройке лидеров и составили 81 % космических расходов, за ними следуют Япония и Россия. Согласно Morgan Stanley, космос влияет не только на аэрокосмическую и оборонную промышленность, но и на многие другие области, такие как ИТ-оборудование и телекоммуникации. К 2040 г. общие доходы в этом секторе могут вырасти до 1 трл долл. Инвестиции в космическую сферу также значительны. По прогнозам Morgan Stanley, к 2040 г. правительства во всём мире потратят на космос 181 млрд долл.

Использование спутниковых изображений, наряду с наземными и воздушными наблюдениями, практикуется давно. Параллельно с этим развитие таких технологий, как географические информационные системы (ГИС), обработка изображений и PNT, повысило качество анализа изображений для предоставления цифровых услуг с добавленной стоимостью в различных областях применения. Только аналитика добавляет к данным ДЗЗ стоимость в 42 млрд долл. Сектор PNT добавляет очередные 97,4 млрд долл.

Традиционно правительство, промышленность и научные круги использовали данные со спутников для своей работы. Признанные поставщики данных ДЗЗ продавали свои данные как услугу и предоставляли конечным пользователям анализировать данные для извлечения из них полезной информации. Однако эта модель претерпела серьёзные изменения. Многие облачные провайдеры, такие как Amazon, Google и Azure, теперь предоставляют службу шлюза, которая позволяет пользователям получать доступ к данным и аналитике совершенно независимо. Таким образом, вместо того чтобы собирать данные по отдельности из разных источников, предварительно обрабатывать и затем анализировать их с помощью аналитических инструментов, полученных или разработанных собственными силами, конечные пользователи могут получить доступ к тем же данным через платформы типа Skywatch или получить доступ к данным и аналитике в качестве услуги от таких компаний, как Mundi и Cleos.

Работа одиночных КА уходит в прошлое. Основной тенденцией развития ДЗЗ является создание группировок спутников. Это КА, которые идентичны или близки по своим характеристикам, работают согласованно и имеют общее хранилище данных. Мировая тенденция такова, что в течение одного года будет осуществляться полное многократное покрытие сверхвысокого разрешения всего мира. Ведущие операторы космических систем ДЗЗ к этому уже готовы.

Если ещё вчера соотношение потребности в новой съёмке и в архивных данных было 80 % к 20 %, то сегодня 75 % приходится на архив и только 25 % — это заказ новой съёмки, а завтра можно предположить, что новая съёмка не будет заказываться вообще. Заказчик будет уверен, что в течение съёмочного сезона нужная съёмка появится в архиве, что кардинально меняет лицо всей отрасли ДЗЗ.

Ведущие зарубежные операторы спутников ДЗЗ

DigitalGlobe (США) входит в корпорацию Maxar Technologies (Канада) и обладает уникальными возможностями для предоставления широкого набора космических снимков и геоинформационных сервисов, является оператором спутников ДЗЗ сверхвысокого разрешения WorldView-1 (разрешение — 50 см), WorldView-2 (46 см), WorldView-3 (30 см), WorldView-4 (25 см) и GeoEye-1

(41 см). Сейчас компания работает над созданием КА для группировки следующего поколения WorldView Legion. Первый спутник запущен в 2020 г. Перспективная группировка WorldView Legion удвоит производительность космической съёмки DigitalGlobe с разрешением 30 см и получением мультиспектральных снимков начиная с 2020 г.

Planet (США) — один из лидеров по созданию новейшей системы съёмки Земли с использованием малых КА, которые выполняют ежедневную съёмку любого района планеты и обеспечивают доступ к данным для клиентов в течение нескольких часов. Компании принадлежит группировка спутников PlanetScope (более 200 КА, ведущих съёмку с разрешением 3...4 м), SkySat (13 КА, ведущих фотосъёмку с разрешением 80 см и видеосъёмку) и RapidEye (пять КА, разрешение — 5 м). Компания предложила принципиально новый подход к получению пространственных данных: непрерывное выполнение съёмки всей территории Земли большим числом КА, т. е. ежедневный мониторинг. При этом снимки PlanetScope будут индексироваться так же, как Google индексирует данные для поиска в Интернете.

Airbus Defence and Space (Франция — Германия) — оператор оптических спутников высокого и сверхвысокого разрешения SPOT-6,7 и Pleiades-1A,B, радарных спутников нового поколения TerraSAR-X и TanDEM-X, поставщик спутниковых данных, продуктов на их основе (ЦМР, покрытий, результатов мониторинга и пр.). Для продолжения миссии Pleiades планируется запустить несколько оптических спутников. По сравнению с ныне действующими, у них будет значительно улучшены технические характеристики, чтобы соответствовать возрастающим требованиям рынка, обеспечивая решение новых задач для бизнеса и аналитики.

e-GEOS (Италия) — оператор наиболее многофункциональной и интересной на сегодняшний день группировки радарных спутников COSMO-SkyMed 1-4.

UrtheCast (Канада) — оператор спутников Deimos-1,2. В 2015 г. компания объявила о планах по созданию первой в мире смешанной коммерческой группировки ДЗЗ OptiSAR. Группировка будет состоять из восьми пар оптических и радарных спутников. Каждая пара будет вести съёмку синхронно. В дополнение к группировке OptiSAR планировался запуск группировки из восьми спутников UrtheDaily, которые будут вести оптическую съёмку с разрешением 5 м. Спутники будут находиться на полярной орбите, их производительность составит 145 млн км² в день, что позволит осуществлять постоянный глобальный мониторинг природных и техногенных изменений.

21AT (Китай) — оператор коммерческих спутников и поставщик данных. Основные продукты компании — космические снимки различной степени обработки и сервисы на их основе. В октябре 2015 г. 21AT объединилась с другой китайской компанией Beijing Space Eye Innovation Technology Company (BSEI).

ANTRIX (Индия). Компания полностью принадлежит правительству

Индии и является поставщиком данных с индийских спутников ДЗЗ серии Cartosat.

SI Imaging Services (Республика Корея) — оператор серии оптических и радарных спутников KOMPSAT.

Малые КА ДЗЗ

Заметной тенденцией развития ДЗЗ являются активная разработка, запуск и эксплуатация малых КА ДЗЗ. Так, по данным Euroconsult, всего несколько компаний (Planet, BlackSky Global и Satellogic S.A. и др.) запустят более 1400 малых КА к 2025 г. Разработкой и запуском занимаются появившиеся в последние несколько лет компании-стартапы. Развёртывание своих группировок планировалось в 2018—2020 г. Среди наиболее интересных проектов можно отметить следующие.

Hera Systems (США). Эта компания работает над созданием группировки из 48 спутников ДЗЗ HOPSat, которые будут обеспечивать глобальную фото- и видеосъёмку с разрешением 1 м и выше в режиме времени, близком к реальному.

BlackSky Global (США). В планах компании развёртывание группировки из 60 малых КА для обеспечения оперативной повторной съёмки любого участка земной поверхности в течение нескольких часов.

OmniEarth (США). Группировка будет состоять из 18 спутников, которые способны охватить съёмкой всю поверхность Земли в течение суток.

Capella Space (США). Компания планирует развернуть группировку из 30 радарных (SAR) малых КА Capella.

Umbra (США). Планирует развернуть группировку из 12 радарных (SAR) мини-спутников. Съёмка будет проводиться с разрешением 1 м, практически в ежечасном режиме.

Satellogic S.A. (Аргентина). Всего планируется запустить 25 микроспутников CuSat. Главное назначение группировки — фото- и видеосъёмка Земли для коммерческих целей и общественных нужд, практически в режиме реального времени.

Earth-i (Великобритания). Компания планирует развернуть группировку спутников ДЗЗ, которые будут вести цветную фото- и видеосъёмку высокого разрешения.

Iseue (Финляндия). Компания работает над созданием группировки радарных микроспутников из шести или восьми КА.

Российская группировка спутников ДЗЗ

Регулярные запуски космических аппаратов в интересах решения задач народного хозяйства, рационального природопользования и охраны природы начались с 1974 г. На первом этапе использовались КА специального назначения, затем доработанные для народнохозяйственных целей космические комплексы (КК). Первый из таких КК — "Фрам" эксплуатировался с сентября 1975 г. по сентябрь 1985 г. В

1981 г. принят в штатную эксплуатацию космический комплекс "Ресурс-Ф1", в 1988 г. — "Ресурс-Ф2". Позже для целей народного хозяйства стал использоваться и некоторый ресурс съёмки с конверсионных объектов высокого разрешения. С начала 90-х годов в штатной эксплуатации находился КА "Ресурс-Ф3", выполняющий съёмки камерой КФА-3000 с пространственным разрешением 2...3 м. Фотоаппаратура КА этой серии работает в оптическом диапазоне и обеспечивает получение разномасштабной информации на негативных фотоплёнках с пространственным разрешением от 2 до 30 м с околокруговых орбит высотой от 220 до 275 км.

Формирование современной российской орбитальной группировки ДЗЗ началось в июне 2006 г. запуском первого гражданского КА высокого разрешения "Ресурс-ДК1". Продолжением миссии отечественных спутников стали "Ресурс-П" № 1 (2013 г.), "Ресурс-П" № 2 (2014 г.) и "Ресурс-П" № 3 (2016 г.), ведущие съёмку как в панхроматическом (чёрно-белые снимки), так и в мультиспектральном (цветные снимки) режиме.

В настоящее время в составе российской орбитальной группировки космических аппаратов ДЗЗ насчитывается девять космических аппаратов, в том числе:

— три КА "Ресурс-П" с аппаратурой наблюдения разрешением лучше 1 м, широкозахватной мультиспектральной аппаратурой высокого (12 м) и среднего (60 м) разрешения и гиперспектральной аппаратурой (30 м);

— один КА "Канопус-В" со съёмочной аппаратурой с разрешением 2,5 м и спектральной камерой с разрешением 12 м;

— один КА "Канопус-В-ИК" со съёмочной аппаратурой с разрешением 2,5 м и спектральной камерой с разрешением 12 м. Дополнительно снабжён многоканальным радиометром среднего и дальнего инфракрасных диапазонов (МСУ-ИК-СРМ) для обнаружения очагов пожаров площадью до 5×5 м;

— два КА гидрометеорологического назначения "Метеор-М" № 1 и "Метеор-М" № 2 со съёмочной аппаратурой с разрешением 50...70 м, шириной полосы съёмки 1000 км и глобальным мониторингом территории России в течение двух-трёх суток;

— два КА гидрометеорологического назначения на геостационарной орбите "Электро-Л" с аппаратурой глобального наблюдения Земли каждые 30 мин.

С появлением интеграционного спутникового проекта "Сфера" его начальная конфигурация предполагает запуск 137 КА (132 серийных и пять экспериментальных) группировки IoT "Марафон IoT", шесть КА "Скиф" для системы широкополосного доступа в Интернет, четыре спутника связи "Экспресс-РВ", а также спутники наблюдения Земли. Среди них перспективные аппараты "Беркут-О" (обзорная съёмка, 84 КА), "Беркут-ВД" (съёмка высокого разрешения) и "Беркут-Х" (радиолокационная съёмка, 12 КА).

Наибольшее внимание уделяется радиолокационным космическим аппаратам, работа которых не зависит от наличия облачности. Они особенно полезны там, где требуется круглосуточное всепогодное наблюдение, например в Арктике или на Украине. 27 мая 2023 г. был выведен на орбиту первый радиолокационный спутник "Кондор-ФКА". На данный момент проводятся его испытания.

Как сообщалось в СМИ, за последнее время российская армия значительно улучшила точность ударов по тыловым целям ВСУ. Связано это в том числе и с улучшением качества космической разведки России.

В октябре 2023 г. Роскосмос приступил к созданию группировки "Грифон", которая будет состоять из 136 спутников и войдёт в состав программы "Сфера" после её очередной корректировки. В основе концепции группировки лежит новое осмысление подхода к космическим системам. Это появление единого информационно-космического пространства, состоящего из космической, наземной инфраструктур и мультиспутниковой информационной платформы, способной обрабатывать петабайты генерируемых из космоса данных, формировать продукты и сервисы, приближённые к условиям реального времени в области ДЗЗ. Группировка "Грифон" будет дополнять группировку сверхвысокодетального мониторинга "Беркут".

Согласно планам ГК Роскосмос, к 2025 г. российская группировка будет включать в себя не менее 20 КА, а с учётом всей "Сферы" их может быть и больше.

Помимо этого, намечается первое государственно-частное партнёрство в космосе. АО "ТЕРРА ТЕХ" (входит в холдинг "Российские космические системы") госкорпорации Роскосмос и ООО "Стилсофт" заключили стратегическое соглашение о сотрудничестве в сфере ДЗЗ. В мае 2024 г. запланирован вывод на орбиту первого частного российско-спутникового разрешения. Аппарат станет первым в группировке из девяти спутников ДЗЗ "Стилсат", разработкой и производством которых занимается компания "Стилсофт". Полное развёртывание группировки планируется к 2027 г. Снимки сверхвысокого разрешения с точностью до 50 см на пиксель аппаратов "Стилсат" позволят удовлетворить потребности государственных и коммерческих организаций в данных с высокой детализацией. Оператором, осуществляющим управление спутниками, приём и первичную обработку спутниковых данных, станет компания "Стилспэйс". Очевидно, это не единственный такой проект.

Собственно, у нас нет времени на раскату. Всё только начинается...

По материалам gisproxima.ru, cnews.ru, innoter.com, connect-wit.ru, radartutorial.eu, techlibrary.ru, habr.com, ria.ru, comnews.ru, terratech.ru