

В.А. Лопота (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева)
 В 1978 г. окончил Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина (ЛПИ) по специальности «металлургия и технология сварочного производства». В настоящее время — президент, генеральный конструктор ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева.

А.В. Вовк (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева)
 В 1978 г. окончил Куйбышевский авиационный институт по специальности «самолетостроение». В настоящее время — первый заместитель генерального конструктора по автоматическим космическим комплексам и системам коммерческого назначения ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева.

Г.А. Донцов (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева)
 В 1975 г. окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «оптико-электронные приборы». В настоящее время — зам. руководителя центра ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Кандидат технических наук.

В.В. Рыжков (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева)
 В 1973 г. окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «производство летательных аппаратов». В настоящее время — главный специалист ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева.

Ю.П. Улыбышев (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева)
 В 1977 г. окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «динамика полета и управление». Доктор технических наук. В настоящее время — зам. руководителя научно-технического центра, начальник отдела космической баллистики ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева.

С.Ф. Певцов (ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева)
 В 1979 г. окончил Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова по специальности «физика». В настоящее время — начальник отдела ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева.

Перспективные технологии выведут мониторинг поверхности Земли из космоса на совершенно новый уровень

Основная масса спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с детальным уровнем разрешения, используемых для наблюдения антропогенных объектов на поверхности Земли, традиционно обосновалась на орбитах с высотами от 400 до 800 км. Основное объяснение этому подходу – возможность достижения субметрового и метрового разрешения получаемых снимков при относительно небольших габаритно-массовых характеристиках оптико-электронной съемочной аппаратуры и спутника в целом, что позволяет использовать для запуска относительно дешевые средства выведения легкого класса. Однако использование таких спутников имеет существенный недостаток — малую полосу захвата и обзора при съемке и как следствие — малые значения производительности и оперативности доставки

информации на Землю. Для устранения указанного недостатка и его последствий требуется создание многоспутниковых орбитальных группировок.

Простейшим на первый взгляд решением указанной проблемы напрашивается увеличение высоты орбиты спутника, например до значения геостационарной орбиты (рис. 1). Однако для сохранения при этом подобного уровня разрешения снимков такого спутника при использовании традиционных технологий потребуются гораздо большие габаритно-массовые характеристики оптико-электронной съемочной аппаратуры и спутника в целом, что, собственно, и не позволяло раньше серьезно рассматривать этот вариант решения.

Именно поэтому в настоящее время на геостационарных орбитах функционируют спутники наблю-

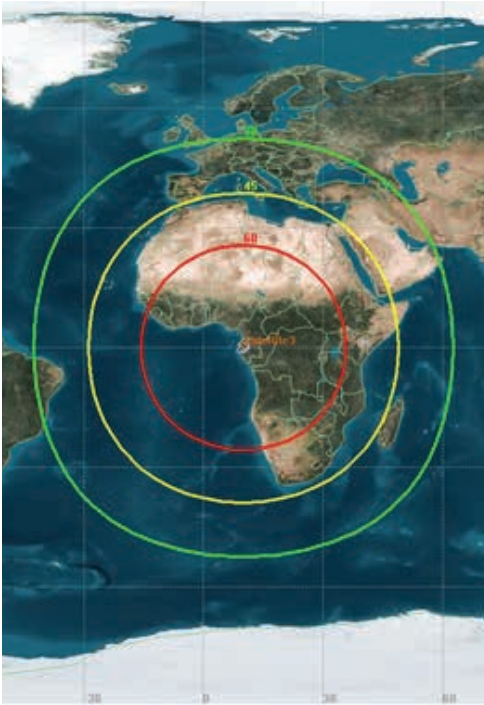


Рис. 1. Область съемки спутника на ГСО в зависимости от его высоты над местным горизонтом

дения с разрешением ~ 250 м и более, используемые в основном для изучения глобальных природных процессов.

Однако последние достижения в области технологий, применяемых при создании съемочной аппаратуры и спутников дистанционного зондирования поверхности Земли, позволяют предположить, что в самое ближайшее время пространственное разрешение высокоорбитальных спутников ДЗЗ может быть существенно улучшено. При этом может быть обеспечена и приемлемая масса съемочной аппаратуры и спутника в целом. Преимущества же спутника, работающего на высокой геосинхронной орбите, неоспоримы: оперативный глобальный обзор значительных территорий и возможность практически непрерывного длительного наблюдения интересующих объектов. Создание систем ДЗЗ со средним и детальным уровнем разрешения, расположенных на

высоких (например, геостационарной) орбитах, предоставит совершенно уникальные возможности.

Вопрос создания таких высокоорбитальных систем ДЗЗ прорабатывается на Западе достаточно давно, но переход от теоретических исследований к практической реализации произошел недавно, и связан он с успехами в освоении следующих ключевых технологий, определяющих возможность реализации поставленной задачи:

- технологии производства сверхоблегченных зеркал большого диаметра с высокой точностью обработки и воспроизведения поверхности из современных материалов типа карбида кремния;
- высокоточные системы управления и стабилизации положения космического аппарата (КА) в пространстве, а также оптические способы стабилизации и компенсации вибраций и смещений изображения непосредственно во время экспозиции;
- построение многоэлементных матричных фотоприемников, алгоритмов бортовой и наземной цифровой обработки изображений, а также систем передачи и хранения значительных объемов информации.

Так, в 2011 г. корпорацией EADS Astrium на Парижском авиасалоне был представлен инновационный проект GO-3S создания системы наблюдения Земли с геостационарной орбиты, обеспечивающий получение информации в реальном времени. Спутник, оснащенный телескопом с зеркалом диаметром 4,2 м, должен обеспечить получение изображений с разрешением ~ 3 м и частотой один кадр в секунду.

Группировка из четырех таких спутников позволит вести круглосуточное наблюдение в реальном времени практически всей поверхности Земли в режиме видеосъемки.

На первом этапе EADS Astrium рассчитывает к 2018 г. вывести на геостационарную орбиту КА GEO-Oculus с оптико-электронной аппаратурой, имеющей диаметр главного зеркала телескопа 1,5 м и возможность наблюдения поверхности Земли с разрешением 10 м на пиксел в панхроматическом и 30 м – в многозональном каналах и предназначенной для постоянного мониторинга территории Европы и Северной Африки.

Подобные системы разрабатываются также Агентством DARPA в США и совместно Агентством передовых оборонных разработок и Космическим агентством в Индии.

Поскольку с геостационарной орбиты разрешение является наилучшим в районе экватора и ухудшается при наблюдении объектов, расположенных на высоких широтах, для съемки объектов на территории России использование ГСО является не совсем оптимальным.

В ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева ведутся проектные работы по созданию КА ДЗЗ с применением высокоэллиптических орбит типа «Молния», которые характеризуются углом критического наклона $i = 63,4^\circ$ или $i = 116,6^\circ$ и размещением апогея орбиты в полушарии с областью наблюдения (рис. 2).

Период обращения КА на такой орбите равен 12 часам, при этом длительность нахождения КА на рабочем участке орбиты в области апогея (диапазон высот от 30 до 40 тысяч км) составляет примерно 6 часов. Тем самым возможности по эффективному использованию КА для съемки существенно повышаются.

С помощью двух КА, расположенных на высокоэллиптических орбитах, можно реализовать в течение светлого времени суток ежедневный оперативный мониторинг объектов на всей территории РФ в

реальном времени практически в режиме видеосъемки, в отличие от низких орбит, где для реализации такой периодичности обзора потребуется значительно большее количество космических аппаратов.

На первом этапе предполагается построить систему наблюдения с апертурой $1,5 \div 2,2$ м и достигнуть величины разрешения около 8–10 м в панхроматическом канале видимого диапазона спектра, на втором этапе планируется увеличить апертуру головного зеркала до 3,5–4 м и получить при этом разрешение в панхроматическом канале около 3–4 м. Ведутся работы и по реализации многозональной съемки.

Возможность многократного получения в течение дня снимков интересных объектов со средним и детальным уровнем разрешения коренным образом изменит саму технологию использования космической информации. Особенно востребованной она будет при решении следующих задач, требующих высокой оперативности:

- обнаружение фактов и высокопериодический контроль чрезвычайных ситуаций, в том числе очагов возгораний и наводнений, а также аварий и катастроф на транспорте;
- мониторинг нефте- и газопроводов на предмет утечек и аварийных разливов при транспортировке углеводородного топлива;

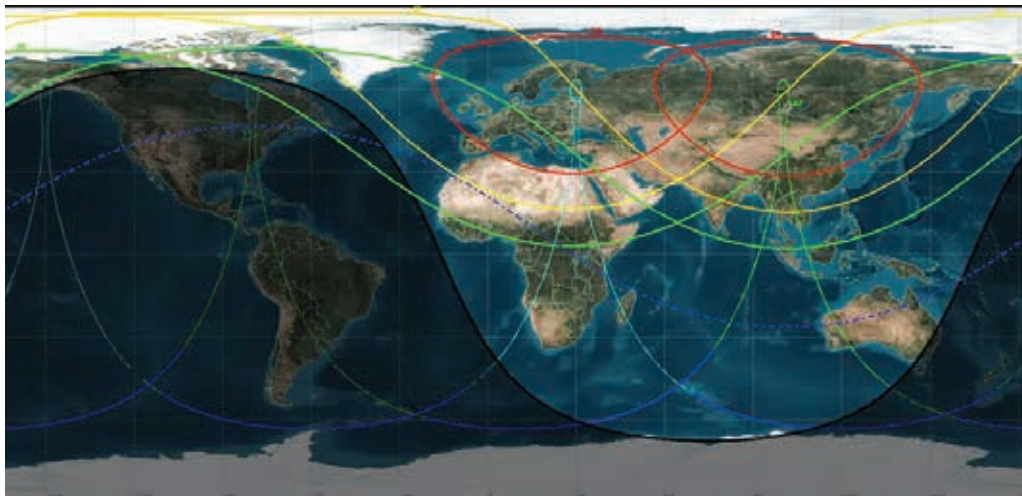


Рис. 2. Область съемки спутника на ВЭО в летний период в зависимости от его высоты над местным горизонтом

- решение оперативных задач периодического экологического мониторинга на глобальном и местном уровнях районов добычи полезных ископаемых, слежение за распространением загрязнений в атмосфере, на поверхности суши и в водной среде;
- контроль площадей и периодический мониторинг водного, лесного и сельского хозяйства, получение динамики изменения растительного покрова, развития эрозийных и других процессов деградации природной среды; решение задач административно-контрольного характера по обнаружению несанкционированных посевов наркорастительности;
- информационное обеспечение региональных центров управления оперативной текущей информацией по различным направлениям хозяйственной деятельности в промышленности и социальной экономике; деятельности по землеустройству, прокладке транспортных магистралей, строительству промышленных объектов и градостроительству, составлению и оперативно-

му обновлению кадастров населенных пунктов, земельных и иных природных ресурсов;

- гидрометеорологический мониторинг снежно-ледового и облачного покрова, зон и интенсивности осадков, мониторинг паводкоопасных районов, крупномасштабных и опасных процессов в атмосфере и на поверхности Земли;
- создание и обновление широкого спектра общегеографических и тематических картографических материалов, в том числе оперативное обновление карт для использования в системах Глонасс – GPS;
- решение оперативных задач Минобороны России и других силовых ведомств.

Создание сегмента высокоорбитальной спутниковой системы практически непрерывного оперативного наблюдения Земли со средним и детальным уровнем разрешения снизит зависимость от зарубежных источников данных и обеспечит коммерческие сети распространения информации оперативными отечественными материалами (рис. 3).



Рис. 3. Уникальные возможности, недоступные низкоорбитальным системам