

Космическая радиолокация земной поверхности – актуальная задача современности

В.П. Седельников¹, Е.Л. Лукашевич¹, С.А. Ефимов¹, К.А. Боярчук², Е.И. Панфилова²

¹ФГУП «Госцентр «Природа», Россия, 111394, Москва, Полимерная ул., д. 10, priroda@dol.ru

²ФГУП «НПП ВНИИЭМ» Россия, 101000, г. Москва, Хоромный тупик, д. 4, kaboyar@mail.ru

Рассмотрены основные требования к радарам космического базирования для решения задач картографирования с целью создания цифровых навигационных карт и планов городов в рамках федеральной целевой программой «ГЛОНАСС». Основное требование – это разрешение на местности не хуже 0,5 м и съемка в бистатическом интерференционном режиме. Отмечено, что планируемые к запуску КА в рамках федеральной космической программы до 2015 года не отвечают этим требованиям. В целях ликвидации указанных недостатков в получении исходных материалов для решения целого класса картографических и кадастровых задач, исключения зависимости от зарубежных источников космической информации, а также в целях осуществления прорыва в космических технологиях предлагается создание специализированного космического картографического комплекса.

The basic requirements to space radar for the decision of problems of mapping for the purpose of creation of digital navigation charts and plans of cities in frame of the federal target program «GLONASS» are considered. The basic requirements are: spatial resolution not worse 0,5 m and shooting in bistatic interference mode. It is noticed that S/V which will plan to launch in frame of the federal space program till 2015 do not meet these requirements. With a view of liquidation of the specified lacks of reception of initial materials for the decision of the whole class of cartographical and cadastral problems, an exception of dependence on foreign sources of the space information, and also with a view of break realisation in space technologies creation of a specialised space cartographical complex is offered.

В соответствии с утвержденным Положением (Постановлением Правительства Российской Федерации № 457 от 1 июня 2009 г.) Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии наделена, в том числе, полномочиями по организации: дистанционного зондирования Земли в целях обеспечения картографической деятельности; создания и обновления государственных топографических карт и планов; создания картографической основы государственного кадастра недвижимости.

Наиболее актуальными в настоящее время является решение задач картографирования в масштабах 1:25 000 и 1:10 000, что обусловлено необходимостью создания цифровых навигационных карт и планов городов в рамках ФЦП «ГЛОНАСС» и Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ, создания кадастровых планов в рамках программы инвентаризации земель, создания схем территориального планирования в рамках постановления Правительства от 23.03.2008 г. № 198 «О порядке подготовки и согласования проекта схемы территориального планирования Российской Федерации», а также востребованностью в планах и схемах транспортных узлов и развязок, в крупномасштабных картах приграничных территорий, в уточненных цифровых моделях рельефа, для решения специальных задач, связанных с обороноспособностью и безопасностью России, и т.д. Все это составляет почти треть от всех задач, решение которых возложено на Росреестр.

Основным источником исходных данных для решения перечисленных задач должны быть материалы космических съемок, отвечающих следующим требованиям:

- разрешение на местности не хуже 0,5 м в панхроматическом режиме съемки;

- обеспечение площадной съемки протяженных территорий (в оптико-электронном варианте – при плановой съемке);
- обеспечение необходимых для картографирования точностей как в плане, так и по высоте;
- проведение съемок в слабоменяющихся условиях освещенности.

В ближайшей перспективе в соответствии с Федеральной космической программой России на 2006-2015 годы предусматривается вывод на орбиту серии космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в том числе КА оптико-электронного наблюдения «Канопус-В» (2010г., 2011г., 2014г.), «Ресурс-П» (2011г., 2013г.), «Картограф» (2013г.), «Ресурс-ПМ» (2015г.) и КА радиолокационного наблюдения «Аркон-2М» (2013г.). Однако перечисленные КА не обеспечат получение материалов съемки с разрешением на местности 0,5 м, не позволят проводить плановую площадную съемку, так как в основном нацелены на решение мониторинговых задач и только частично на решение задач картографии, не обеспечат получение материалов с требуемыми точностями в плане и особенно по высоте, где требуется использование материалов радиолокационной съемки, проводимой в бистатическом интерференционном режиме.

В целях ликвидации указанных недостатков в получении исходных материалов для решения целого класса картографических и кадастровых задач, исключения зависимости от зарубежных источников космической информации, а также в целях осуществления прорыва в космических технологиях предлагается создание специализированного космического картографического комплекса.

Одним из основных технологических процессов при создании и обновлении пространственных данных является процесс построения цифровой модели рельефа и дешифрирование объектов местности. Исходной информацией для данных задач являются материалы аэрокосмической съемки.

Воздушная и космическая фотосъемка являются и, видимо, надолго сохранят приоритетное значение, как основной метод получения информации о земной поверхности. Несмотря на ряд преимуществ перед другими источниками информации, существенным недостатком фотосъемки является зависимость от метеорологических условий и от естественной освещенности Солнцем участка съемки. В случае необходимости экстренно (оперативно) выполнить съемку при экстремальных условиях (стихийные бедствия, военные действия) этот недостаток оказывается решающим и обуславливает необходимость использования иных (не фотографических) методов съемки, так как лучше своевременно иметь информацию пониженного (но достаточно удовлетворительного) качества, чем не иметь никакой в ожидании благоприятных для фотосъемки условий.

Наиболее вероятным (по современному состоянию – единственным) дополнением к фотосъемке, а в ряде случаев и её безальтернативным заменителем, является всепогодная радиолокационная съемка с использованием РСА (радиолокаторов с синтезированной апертурой).

Современное состояние развития радиолокационных средств таково, что они по своим характеристикам практически не уступают большинству используемых в настоящее время оптических систем наблюдения.

Одной из замечательных особенностей космических РСА является возможность получения в результате последовательных съемок участков местности пар радиолокационных изображений в вариантах стерео и интерферометрической съемок. Оба варианта съемки находят своё практическое применение.

С использованием радиолокационных изображений, полученных в режиме стерео съёмки связано решение следующих классов задач:

- обновление и уточнение пространственных данных (топографических карт);
- оперативный мониторинг окружающей среды;
- исследование глобальных геофизических и геологических процессов на поверхности Земли.

Успех в решении каждой конкретной задачи зависит не только от качества данных, но и от выбора подходящей схемы съёмки и её параметров. Важен выбор несущей частоты радиолокатора, поляризации, разрешения, угла обзора, периода повторения съёмки.

В настоящее время стереоскопическая обработка космических радиолокационных снимков находит своё применение, главным образом, при решении задач построения цифровых моделей рельефа. В настоящее время спутники Radarsat-1, Radarsat-2, ENVISAT, COSMO-SkyMed, TerraSAR-X позволяют получать радиолокационные стереопары с различной базой, что даёт возможность находить компромиссные решения для удовлетворения требований по вертикальной точности построенной цифровой модели рельефа (ЦМР) и уровнем шумов корреляции.

На данном этапе развития топогеодезической отрасли становится актуальным вопрос использования радиолокационной съёмки (РЛС) не только для построения ЦМР но и для обновления пространственных данных в качестве дополнительного источника информации в сочетании с другими видами съёмки. Однако в отдельных случаях задачи обновления топографических карт не могут быть решены в полной мере системами оптико-электронного наблюдения вследствие зависимости от погодных условий (постоянной облачности) и освещенности, и материалы РЛС могут быть незаменимым или даже единственным источником информации.

Проведенные в ФГУП «Госцентр «Природа» исследования показывают, целесообразность разработки специализированного космического картографического комплекса. Минимальная конфигурация такого комплекса должна включать два КА оптико-электронного высокодетального наблюдения с линейным разрешением на местности в панхроматическом режиме съёмки в надир не хуже 0,5 м и два радиолокационных КА, работающих совместно в бистатическом интерферометрическом режиме, обеспечивающем разрешение на местности 0,3 – 1,0 м.

Два оптико-электронных КА обеспечат возможность повторного прохождения над подлежащими съёмке территориями в течение ограниченного 180 сутками весенне-летне-осеннего съёмочного периода (один КА в связи с узкой полосой захвата не обеспечит полностью даже одноразового прохождения), что повышает вероятность получения материалов съёмки в малооблачных условиях. Два радиолокационных КА, работающих в тандеме, позволят обеспечить требования к высотной основе карт и требования к точности цифровых моделей рельефа.

Совместное использование оптико-электронной и радиолокационной составляющих космического картографического комплекса позволит повысить точность и полноту получаемой информации и существенно снизить зависимость от неблагоприятных погодных условий.

Анализ показал, что наиболее актуальны следующие направления использования радиолокационных средств ДЗЗ:

- картирование труднодоступных территорий, в том числе, покрытых густой растительностью;
- обновление элементов содержания топографических карт;
- построение ЦМР;

- мониторинг ледовой обстановки в арктических морях с целью уточнения положения береговой линии морей и обеспечения судоходства в сложных метеоусловиях;

- оперативный контроль морских экономических зон и районов хозяйственной деятельности;

- мониторинг чрезвычайных ситуаций (последствия стихийных бедствий и техногенных катастроф на море и на суше).

Наиболее актуальными в настоящее время являются НИОКР по разработке экспериментальной методики и образцов топографического дешифрирования материалов радиолокационной съемки для целей актуализации пространственных данных. Это обусловлено тем, что значительная часть территории РФ из-за облачности недоступна для съемки средствами ДЗЗ в оптическом диапазоне. Всепогодность РЛС позволяет решать эту проблему. Необходимо определить истинные информационные возможности материалов РЛС, а также разработать действенные методы использования РЛС для создания и обновления картографической продукции.

В результате выполненных ФГУП «Госцентр «Природа» НИОКР в 2007-2009 гг. разработаны:

- методы обработки РЛС низкого и среднего разрешения, отработаны теоретические подходы к использованию РЛС для создания и обновления картографической продукции;

- алгоритмы и технология обработки материалов РЛС для построения цифровых моделей рельефа на базе отечественного программного продукта Fotomod-radar (Фотомод-радар).

В планах дальнейших исследований определены:

разработка методики по дешифрированию материалов РЛС для создания и обновления картографической продукции крупных масштабов (1:10 000-1:25 000), включающие:

- учет влияния синоптических факторов и типов местностей на формирование радиолокационного изображения;

- набор образцов топографического дешифрирования материалов РЛС;

- технологию построения и использования ЦМР для создания ортофотопланов.

В результате выполненных работ будут созданы:

нормативно-технические документы, регламентирующие технологические процессы создания и обновления картографической продукции по материалам РЛС, включающие:

- методические рекомендации использования ЦМР, построенной по материалам РЛС для создания орторектифицированных изображений;

- образцы топографического дешифрирования материалов РЛС различных типов местности с учетом синоптических факторов;

- методические рекомендации по топографическому дешифрированию материалов РЛС.