

## Создание трехмерных моделей местности с использованием материалов съемки космического аппарата типа «Ресурс-П»

А. А. Пешкун

*Научный центр оперативного мониторинга Земли  
АО «Российские космические системы», Москва, Россия*

В настоящее время на орбите эксплуатируются два космических аппарата типа «Ресурс-П» (№1 выведен на орбиту 25 июня 2013 года, №2 – 26 декабря 2014 года). Аппараты предназначены для обновления карт, обеспечения хозяйственной деятельности различных федеральных, областных, муниципальных ведомств и других потребителей, а также получения информации в области контроля и охраны окружающей среды.

Исходными данными для создания трехмерных моделей местности стали материалы стереосъемки.

Ключевой характеристикой стереопары является отношение базиса фотографирования к высоте фотографирования – В/Н. При значениях соотношения В/Н близкими к 1 угол конвергенции составляет около 54 градусов. Если стереосъемку выполнять с равными отклонениями по тангажу, то углы отклонения в таком случае составят около 27 градусов. Плюсы таких параметров стереосъемки: большой угол конвергенции позволяет повысить точность измерений по стереопаре, большая площадь стереопары. Минусы: теневые зоны на горные районы и районы с высокоэтажной застройкой, для построения ортофотоплана нужно выполнять дополнительную съемку с малыми углами отклонения от надира или использовать снимок стереопары с отклонением от надира более 20 градусов.

В мировой практике при сканерной стереосъемке на одном витке (с отклонениями по тангажу) соотношение В/Н подбирают в зависимости от перепада высот на снимаемой территории. Так оптимальными соотношениями В/Н являются значения около 0.4. Для горных районов это соотношение уменьшают, а для равнинных увеличивают. Таким образом углы конвергенции варьируются в пределах от 30 до 45 градусов. Для создания ортофотоплана стереосъемку можно выполнить с разными углами

отклонения оптической оси от надира по тангажу (например, +20 и -10 градусов), с тем, чтобы для ортотрансформирования использовать снимок с меньшим углом отклонения от надира.

Для создания трехмерных моделей местности были выполнены стереосъемки космическим аппаратом «Ресурс-П №1» аппаратурой «ГЕОТОН-Л1» в панхроматическом диапазоне на тестовый участок с различными углами отклонений по тангажу.

По результатам съемки были сформированы основные стереопары (по критерию съемки на одном витке) и дополнительные (подобраны по углу конвергенции). В результате получилось 8 стереопар на одну территорию, но с разными углами конвергенции и соотношениями В/Н. Для фотограмметрической обработки были использованы материалы уровня обработки 1А и 2А.

Фотограмметрическая обработка выполнена с использованием ЦФС «Photomod» v.6. В процессе обработки был сформирован блок из 7-ми снимков. Для выполнения блочного уравнения и уточнения внешнего ориентирования снимков использованы 7 опорных и 76 контрольных точек.

После уравнивания было построено 7 ЦММ. Пять ЦММ построено по данным уровня обработки 1А и две ЦММ построены по данным уровня обработки 2А. В том числе две ЦММ построены с использованием нового алгоритма ЦФС PHOTOMOD построения плотных ЦММ (с использованием многократных перекрытий) с использованием всех семи снимков блока.

Результаты обработки показали, что для фотограмметрических работ, в том числе для построения цифровых моделей рельефа и местности, наилучшим образом подходят материалы уровня обработки 2А. Данные уровня обработки 2А обладают лучшими геометрическими свойствами и позволяют получать ЦММ высокой точности (СКО по высоте до 3-х метров).