

**«Аналитическая модель планово-высотной основы на основе данных  
дистанционного зондирования»**

Университет Информационных технологий, механики и оптики.  
Карманова Наталия Андреевна, 4 курс бакалавриата, факультет Безопасности  
информационных технологий  
Юшков Евгений Юрьевич, 4 курс бакалавриата, факультет Информационных технологий  
и программирования  
Метлушко Александр Иванович, 1 курс магистратуры, факультет  
Инфокоммуникационных технологий  
Научный руководитель: Козин Евгений Вячеславович, к.т.н., доцент, факультет  
Инфокоммуникационных технологий

Внедрение геоинформационных систем в военную практику управления территориями предполагает переход от использования традиционных баз данных картографической информации, представленных в виде набора номенклатурных листов к их представлению в виде объектно-ориентированной информации, в основе которой лежит совокупность объектов местности формирующих информационное географическое пространство.

Опыт последних исследований показал, что на недоступные территории объектно-ориентированные базы данных целесообразно создавать по данным дистанционного зондирования Земли, что обеспечивает требуемую точность и актуальность получаемой географической информации. Причем данная географическая информация может быть получена с применением различных систем наблюдения, как военного, так и народно-хозяйственного назначения.

Реализация данного подхода предполагает следующие основные этапы выполнения работ:

1. Создание планово-высотной основы;
2. Создание цифровых моделей рельефа местности;
3. Создание бесшовного покрытия (ортоизображения исследуемой территории);
4. Автоматизированное дешифрирование объектов местности по ортоизображению;
5. Создание объектно-ориентированной базы векторных данных исследуемой территории.

В данной работе рассматривается актуальная задача создания планово-высотной основы на недоступные территории по разнородным данным дистанционного зондирования Земли. Процесс создания планово-высотной основы на недоступную территорию заключается в определении пространственных координат объектов (точек) местности по перекрывающимся разнородным изображениям, на которых изображены одинаковые участки земной поверхности.

Определение координат (объектов) точек местности производится по известным параметрам движения и вращения космического аппарата, определенным по снимку плоским координатам, известным параметрам бортовой специальной аппаратуры наблюдения (БСАН), известной высоте подстилающей поверхности. Предлагаемый

подход основывается на решении прямой фотограмметрической задачи по двум разнородным изображениям, полученным средствами дистанционного зондирования Земли без использования информации о рельефе местности.

В качестве исходных данных применяются известные модели движения, вращения космических аппаратов и ориентации вектора луча визирования в системе координат камеры, учитывающие особенности динамического процесса их построений различной бортовой аппаратурой наблюдения.

На рисунке 1 схематично представлен процесс получения с двух космических аппаратов разнородных изображений одного участка местности.

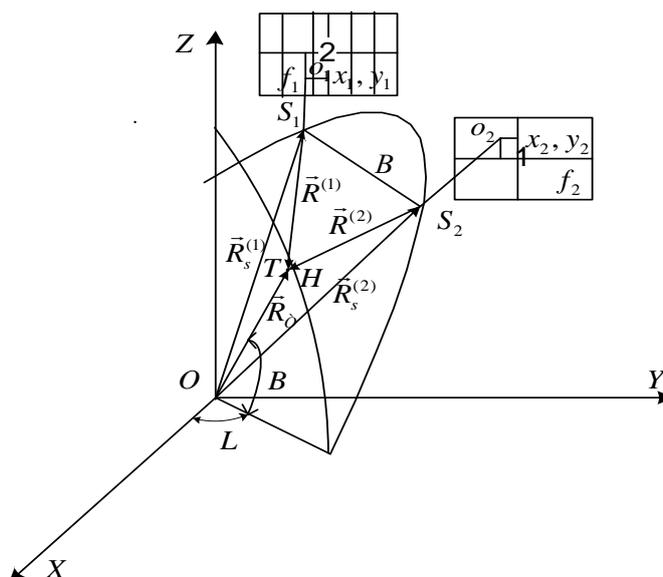


Рисунок 1 – Схема получения с двух космических аппаратов разнородных изображений одного участка местности

где  $\vec{R}_T$  – вектор пространственного положения точки местности в геоцентрической инерциальной системе координат;  $\vec{R}_s^{(1)}$  – вектор положения космического аппарата 1 в момент времени  $t^{(1)}$ ;  $\vec{R}_s^{(2)}$  – вектор положения космического аппарата 2 в момент времени  $t^{(2)}$ ;  $B$  – базис съёмки;

$S_1$  и  $S_2$  – точки наблюдения с КА(1) и КА(2);  $\vec{R}^{(1)}$  и  $\vec{R}^{(2)}$  – вектора лучей визирования от центра проектирования КА(1) и КА(2) до данной точки местности в момент времени  $t^{(1)}$  и  $t^{(2)}$ ;  $B$ ;  $L$ ,  $H$  – геодезические координаты точки местности  $T$ .

Геодезические координаты точек местности определяются из следующих соотношений:

1. Определение геодезической долготы точки местности.

$$L = \operatorname{arctg} \frac{Y_{\Gamma}}{X_{\Gamma}}, \text{ если } X > 0, Y > 0;$$

$$L = \left( \operatorname{arctg} \frac{Y_{\Gamma}}{X_{\Gamma}} + \pi \right), \text{ если } X < 0, Y > 0;$$

$$L = \left( \operatorname{arctg} \frac{Y_{\Gamma}}{X_{\Gamma}} + \pi \right), \text{ если } X < 0, Y < 0;$$

$$L = \left( \operatorname{arctg} \frac{Y_{\Gamma}}{X_{\Gamma}} + 2 \cdot \pi \right), \text{ если } X > 0, Y < 0. \quad (1)$$

2. Определение геодезической широты точки местности.

$$B = \operatorname{arctg} \left( \frac{Z_{\Gamma} + e \cdot e^1 \cdot a \cdot \sin(\phi)^3}{\sqrt{X_{\Gamma}^2 + Y_{\Gamma}^2 - e^2 \cdot a \cdot \cos(\phi)^3}} \right), \quad (2)$$

где:

$$\phi = \operatorname{arctg} \left( \frac{Z_{\Gamma}}{\sqrt{X_{\Gamma}^2 + Y_{\Gamma}^2} \cdot \sqrt{1 - e^2}} \right).$$

3. Определение геодезической высоты точки местности.

$$H = \frac{Z_{\Gamma}}{\sin B} - N_B(1 - e^2), \quad (3)$$

где  $N_B = a / \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}$ .

В дальнейшем, полученные пространственные данные применяются для подготовки и создания различных геовидеопродуктов (цифровых моделей рельефа местности, ортофотоизображений, бесшовных покрытий), необходимых для дешифрирования объектов местности и формирования объектно-ориентированной базы векторных данных исследуемой недоступной территории.

## Литература

1. Баушев С.В., Гнусарев Н.В., Козин Е.В. Угломерный орбитальный метод определения геодезических координат точек местности. «Информация и космос». – Вып. №4, – СПб.: 2007. – С. 32–40.

2. Гнусарев Н.В., Козин Е.В. Алгоритм оценивания точности определения геодезических координат объекта наблюдения по двум разнородным изображениям. Труды третьей военно-научной конференции Космических войск. – СПб.: ВКА имени А.Ф.Можайского, 2007. – С. 279-284.

3. Козин Е.В. Геодезическая привязка панорамных снимков М. ВНК, РАРАН, 2002.

4. Тюфлин Ю.С. Космическая фотограмметрия при изучении планет и

спутников – М.: Недра, 1986.

5. *Козин Е.В., Карманов А.Г., Карманова Н.А.* Проблемы геоинформационного обеспечения систем управления современным оружием в пределах недоступных территорий и пути их решения//Информация и космос – 2018, № 1. – С. 127-133.

6. *Родионов Б.Н.* Динамическая фотограмметрия: –М.: Недра,1983.- 311 с.

7. *Хижниченко В.И.* Фотограмметрическая модель сканерной съемки повышенной точности.

8. *Урмаев М.С.* Космическая фотограмметрия: Учебник для вузов. – М: Недра, 1989. – 279.