

Построение пространственной сети фототриангуляции в ЦФС Фотомод

*Вакилов Исмет Собиржон угли, студент 3-курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Вахнер И.В., ассистент)*

Создание пространственной сети фототриангуляции важный этап при создании фотопланов. Ниже описано процесс построения пространственной сети фототриангуляции, включающий выполнение внутреннего ориентирования, построение связующих точек, контроль качества, работу с опорными точками и уравнивание сети.

Первый шаг это внутреннее ориентирование. Панель "Триангуляция" даёт доступ к управлению съёмочным камерам проекта. Всем изображениям назначается угол поворота камеры равный нулю градусов. Это позволяет корректно задать внутренние параметры камеры для дальнейшей работы

Для упрощения работы со связующими точками применяется предварительное внешнее ориентирование и его бортовые элементы. Накладной монтаж и элементы внешнего ориентирования позволяют ускорить работу и гарантирует корректное расположение снимков в пространстве

Работа над проектом начинается со стереопары. В каждой стандартной зоне измеряется по четыре связующие точки. Точки должны располагаться на чётких и контрастных объектах для корректной корреляции. Корреляция диапазона 0.95–0.99 считается допустимой. Для каждой точки на левом снимке выбирается координата, затем на правом - её соответствие.

Для точек проводится проверка остаточного параллакса. Значения выше одного пикселя не допустимы и точки с превышением удаляются для снижения влияния ошибок на дальнейший процесс обработки.

При переходе к следующей стереопаре точки из предыдущих снимков переносятся вручную, а также добавляются новые в пустые зоны. При этом строится сеть связующих точек, в том числе в триплетах - зонах тройного перекрытия.

Завершив работу над внутримаршрутными измерениями, открывается межмаршрутная стереопара. В областях перекрытий добавляются связующие точки, по 4 на каждую межмаршрутную стереопару. Данные точки связывают разные маршруты, обеспечивая пространственную целостность сети.

Абрисы и внешнее ориентирование служат для измерений координат опорных точек расположенных непосредственно на снимке. Измерения выполняются для точек, расположение которых выпало на ближайшее положение к центру снимка. Так обеспечивается точное совмещение координат.

Модуль "Уравнивание". К выводу задаются все возможные ошибки. Контроль осуществляется по следующим параметрам: ошибки по опорным точкам, ошибки по центрам проекций, ошибки по связующим точкам (в пикселях и от среднего), ошибки по точкам сгущения, ошибки по углам внешнего ориентирования. Для масштаба 1:500 предельные допуски составляют 0.2 м по координатам и до 3 пикселей по высотам. В ходе работы полученные значения оказались в пределах нормы: средний модуль ошибок по опорным точкам: $X = 0.005$ м, $Y = 0.012$ м, $Z = 0.007$ м; максимальные ошибки по связующим точкам: до 0.642 пикс.

В результате выполнения всех этапов получена уравненная фототриангуляционная сеть, удовлетворяющая установленным допускам. Использование фотомод позволило обеспечить полный цикл обработки снимков: от ориентирования до точностного анализа. Все данные пригодны для дальнейшего создания ортофотопланов и топографических планов масштаба 1:500.

Литература:

1. Официальный сайт разработчика программного обеспечения PHOTOMOD -ООО «Ракурс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://racurs.ru/downloads/documentation/rus/measurement.pdf> - Дата доступа: 07.05.2025.
2. Панорама. Руководство по фотограмметрической обработке снимков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gisinfo.ru> - Дата доступа: 07.05.2025.
3. Безменов В.М. ФОТОГРАММЕТРИЯ. Построение и уравнивание аналитической фототриангуляции: учеб.-метод. пособие / БЕЗМЕНОВ В.М. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2009.