# Задание

# «Изучение свойств космических снимков сверхвысокой разрешающей способности»

*Цель занятия* – исследование точности ориентирования космических снимков по навигационным данным и по опорным точкам, оценка фотопланов по изобразительным свойствам.

Задачи работы:

* исследовать точность ориентирования снимка по навигационным данным (RPC);
* исследовать точность ориентирования космического снимка по опорным точкам (GCP);
* установить оптимальное количество опорных и контрольных точек при ориентировании космических снимков с использованием RPC.
* создать фотоплан населенного пункта и оценить его дешифровочные свойства.

***Содержание занятия.***Выполнить радиометрическую коррекцию снимка. Выполнить ориентирование снимка по RPC. Выполнить географическую привязку снимка по опорным точкам и RPC. Найти оптимальное количество опорных и контрольных точек. Создать фотоплан. Определить масштаб в зависимости от дешифровочных свойств фотоплана.

***Теоретические пояснения к занятию***

В комплекте поставки большинства современных космических снимков имеются сведения о географической привязке изображений к системе координат местности. Эти данные позволяют реализовать строгие или приближенные методы ориентирования снимков.

Строгие методы обработки космических изображений обеспечивают самую высокую точность определения координат точек местности. Однако они не гарантируют выполнения высокоточной обработки изображений, прошедших предварительную коррекцию, а также изображений, представляющих собой часть сцены.

В последнее время для обработки космических изображений вместо строгих моделей, которые не всегда доступны, чаще используется обобщенная модель в виде дробно-рациональных функций с RPC-коэффициентами. Главным образом это связано с желанием операторов космических данных сохранить в секрете информацию об особенностях геометрической модели сенсора. Метод RPC стал популярен после того, как его начали использовать в Разведывательном сообществе Соединенных Штатов. В 1999 году он был включён в состав стандарта The Open GIS Abstract Specification в качестве одного из вариантов аппроксимации строгого подхода при фотограмметрической обработке данных ДЗЗ.

Метод RPC основан на соотношении двух полиномов третьей степени, которые, в отличие от элементов ориентирования, не содержат в явном виде информации о характеристиках использованной съёмочной системы и полученных изображениях. В состав этих дробно-рациональных функций входят так называемые RPC-коэффициенты (Rational Polynomial Coefficients / Rapid Positioning Capability), которые распространяются вместе с космическими изображениями начальных уровней обработки вместо элементов ориентирования сканера.

Исходными данными для определения параметров модели географической привязки снимков являются результаты навигационных измерений, производимых в полете, а также координаты контрольных точек, измеренные на картах и на снимках. Операторы космических данных гарантируют определенную точность привязки снимков. Так, например, известно, что КС со спутника QUICKBIRD привязаны с погрешностью не хуже 23 м на местности, а КС со спутника GEOEYE-1 – 3 м. Реальные погрешности определения координат по КС могут отличаться от заявленной точности. Определить реальную точность ориентирования конкретного снимка можно по контрольным точкам, координаты которых определены в поле или по крупномасштабным планам или картам. Использование контрольных точек в качестве опорных точек в сочетании с RPC позволяет существенно повысить точность географической привязки снимков. Так, например, добавление даже одной опорной точки может повысить точность ориентирования снимка до величины, сравнимой с проекцией размера пикселя на местности. Это примерно 0,6 м для снимков со спутника QUICKBIRD и 0,4 м для снимков со спутника GEOEYE-1.

Настоящим заданием предусмотрено определение точности ориентирования КС по RPC, по опорным точкам и RPC, определение оптимального количества опорных и контрольных точек, а также оценка дешифровочных свойств КС.

*Практические пояснения к заданию*

Подготовка к работе.

1. Установить на компьютере демонстрационную версию программы «Фотомод», версии 5.2.
2. На сервере, по указанию преподавателя, найти исходные данные. Выбрать космический снимок в соответствии с индивидуальным заданием. Снимок в папке 052449959020\_01 выполнен на территорию с. Кирсаново Горьковского района, снимок 052449959080\_01 – на территорию с. Пашенная роща Павлоградского района, а снимок 052449959090\_01 – на территорию с. Раздольное Павлоградского района.
3. Скопировать с сервера исходные данные: папку со снимком 052449959020\_01 (снимок выполнен на территорию с. Кирсаново Горьковского района). Скопировать с сервера данные об опорных точках: папку с каталогами координат (Кирсаново), а также папку с абрисами опорных точек (Горьковский район).
4. При первом запуске программы Фотомод необходимо создать Локальный профиль для упорядочения работы и записи данных. Дополнительно требуется создать виртуальный каталог – произвольное наименование данных, и реальный каталог, куда будут записываться результаты обработки данных. При последующих запусках программы эти действия можно выполнить при запуске модуля управление проектами командами: «Проекты», «Открыть управление». В окне управления необходимо вызвать «Панель управления».

Подготовка проекта

1. Создать проект. В окне управления проектами подать команду «Создать». В окне «Новый проект» задать Имя проекта, составить Описание проекта, Определить Тип проекта – «Космическая сканерная съемка», Выбрать из БД российских систем координат – WGS-84/UTM 43N. Отметить размещение проекта и нажать клавишу «OK».
2. Создать «Новый маршрут», задав его имя.
3. Добавить изображение в маршрут. Для этого активизировать панель «Редактор блока» («Окна», «Редактор блока»), в окне «Редактор блока» выбрать команду «Добавить изображение из файла». В окне «Добавление сканерных изображений» открыть папку со снимком, в параметрах автопоиска установить «Начиная с текущей папки» и нажать кнопку «Поиск». В случае удачного поиска характеристика снимка появится в разделе «Добавляемые изображения».
4. В разделе «Добавляемые изображения» отметить найденный снимок и нажать кнопку «Радиометрия», выполнить автоуровни, корректировать яркость, контраст, баланс цветов. Повторно отметить снимок в разделе «Добавляемые изображения» и нажать кнопку «Добавить выбранные». Согласиться на создание папки Images для хранения растров. Принять параметры по умолчанию.

Фотограмметрическая обработка снимка

1. Активизировать панель «Триангуляция». Выбрать команду «Открыть для измерения изображения с маркером». В окне «Точки триангуляции» переключить таблицу на опорные точки. Импортировать координаты опорных точек командой «Импорт». Указать файл с координатами опорных точек. В окне импорта подобрать разделитель данных «Табуляция» Данные в окне «Просмотр файла» должны разнестись по колонкам. Если колонки неправильно идентифицированы уточнить шаблон строки и имена колонок. Нажать кнопку «OK».
2. Открыть абрисы точек с описанием в программе «Панорама».
3. Измерить координаты опорных точек на снимке. Для этого установить курсор на измеряемую точку, найти точку в абрисе, найти точку на снимке, подобрать подходящее увеличение изображения, установить курсор на контур, выбранный в качестве опорной точки и измерить координаты командой «Перенести или добавить измерение точки в положение маркера на всех снимках». Повторить операцию измерения координат на снимке для всех опорных точек. По окончанию измерения нажать кнопку «OK».
4. Выполнить уравнивание измерений и ориентировать снимок. Для этого на панели «Триангуляция» подать команду «Запуск модуля уравнивания». В окне «Уравнивание блока» установить «Параметры». В закладке «Точки» проверить правильность выбора системы координат, задать точность измерения точек на снимках и веса геодезических координат в плане и по высоте. В закладке «Снимки», в разделе «Настройки уравнивания» установить метод «RPC». В разделе «Параметры» установить «Автовыбор». В закладке «Отчет» принять параметры по умолчанию. Нажать кнопку «OK».
5. Порядок уравнивания. Открыть окна «Список точек» и «Атрибуты точек». Всем опорным точкам придать статус «Опорная». Уравнять построение командой «Уравнять». Просмотреть отчет. Средние смещения точек не должны превышать размера пикселя. Необходимо отбраковать ошибочные измерения и сохранить отчет варианта уравнивания с использованием всех опорных точек и RPC.
6. Выполнить исследовательскую работу. Перевести все опорные точки в разряд контрольных, уравнять сеть с использованием лишь RPC коэффициентов. Сохранить отчет. Средние расхождения координат опорных точек сравнить с погрешностью, гарантированной операторами космических данных по точности ориентирования снимка с использованием RPC для данного типа снимков.
7. Последовательно, добавляя по одной опорной точке, выполнить уравнивание и сохранить отчеты. Сравнить результаты уравнивания, полученные во всех вариантах. Допустимые средние погрешности по расхождениям координат опорных точек и контрольных точек вычисляются по формулам:

$\left.\begin{array}{c}δ\_{оп }\leq 0.2 мм∙M\\δ\_{кон}\leq 0.3 мм∙M\end{array}\right\}$ (10)

где $δ\_{оп}$, $δ\_{кон}$ – средние расхождения координат опорных и контрольных точек, полученные в результате уравнивания измерений; *M* – масштаб создаваемого плана.

В нашем случае масштаб создаваемого плана неизвестен, но известны средние расхождения координат опорных и контрольных точек, поэтому оптимальный вариант соотношения опорных и контрольных точек будем искать по вычисленному значению знаменателя масштаба плана.

$\left.\begin{array}{c}M\geq \frac{δ\_{оп}}{0.2}∙1000\\M\geq \frac{δ\_{кон}}{0.3}∙1000\end{array}\right\}$ (11)

Из двух значений знаменателей масштабов, вычисленных для одного и того же соотношения опорных и контрольных точек для дальнейшего анализа следует выбрать максимальное, т.е. наиболее грубое значение.

Из различных вариантов уравнивания оптимальным будем считать тот, в котором выбранное значение знаменателя масштаба будет наименьшим.

Трансформирование снимка

* 1. Запустить модуль «Мозаика»
	2. Открыть изображение снимка командами «Изображение», «Открыть».
	3. Построить область трансформирования. Для этого вызвать «Редактор областей трансформирования», Установить параметр «Трансформируемая область», отметить граничные точки курсором и клавишей Insert. Выполнить предварительный просмотр командами: «Мозаика», «Предварительный просмотр».
	4. Построить фотоплан. Подать команды: «Мозаика», «Построить!». Выбрать формат GeoTIFF.
	5. Открыть фотоплан в программе «Панорама». Оценить изобразительные качества фотоплана.
	6. Вычислить масштаб плана, которому соответствует изображение космического снимка по своим дешифровочным свойствам. Для этого воспользуемся формулой вычисления допустимого размера пикселя на фотоплане:

$∆=0.07 мм∙M$(12)

где $∆$ - размер пикселя снимка в проекции на местность (м).

 Для данного типа КС нам известна величина $∆$. Определим знаменатель масштаба плана, которому соответствует этот размер пикселя на снимке.

$$M=\frac{∆}{0.07}∙1000$$

1. Ответить на вопросы:
	1. Какова точность построения по RPC коэффициентам;
	2. Какова точность уравнивания по опорным точкам.
	3. Каково оптимальное количество опорных точек при использовании RPC коэффициентов.
	4. Планам какого масштаба соответствуют погрешности ориентирования данного космического снимка.
	5. Планам какого масштаба соответствуют дешифровочные свойства данного космического снимка.

Содержание отчета

1. Отчет о выполненной работе
2. Отчет о научно-исследовательской работе
3. Приложения

Основная учебная литература

1. *Назаров А. С.* Фотограмметрия : учеб. пособие для студентов вузов / А.С. Назаров – Мн. : ТетраСистемс, 2010. – 399 с.
2. *Рис У.Г.* Основы дистанционного зондирования. Москва: Техносфера, 2006.-336 с., 12 с. цв. вклейки.
3. *Чандра П.М., Гош С.К.* Дистанционное зондирование и географические информационные системы.-М.; Техносфера. 2008. -274с.

Нормативно-правовые акты

1. *ГКИНП* (ГНТА) – 02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов / Геодезические и картографические инструкции, нормы и правила (Федеральная служба геодезии и картографии России) – М.; ЦНИИГАиК, 2002.-100 с.
2. *ГКИНП* – 02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1: 5000, 1:2000,1:1000 и 1: 500 / Главное управление геодезии картографии при Совете Министров СССР. - М. : Недра, 1985. – 152 с.: ил.
3. *Инструкция* по топографическим съемкам в масштабах 1: 10000 и 1: 25000 / Главное управление геодезии картографии при Совете Министров СССР.- М. : Недра, 1978. – 78 с.
4. *ГОСТР 59328-2021* Аэросъемка топографическая. Технические требования: национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие

утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 85-ст. – Москва : Стандартинформ, 2014 - 22 c. - Текст : непосредственный.