



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018

## ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ KAZEOSAT-1, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

Базылбеков Аян Сайлаубекович

[Ayan.86@mail.ru](mailto:Ayan.86@mail.ru)

Магистрант первого курса специальности "Геодезия" кафедры Геодезии и картографии ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Ж.М. Аукажиева

В настоящее время фотограмметрия находит применение в самых различных сферах человеческой деятельности. Спектр приложения этой науки весьма широк: картографирование земной поверхности, геодезия, космические исследования, география, архитектура, градостроительство, экология, кадастр, медицина, криминалистика, военно-инженерное дело, артиллерия, геоинформационные системы (ГИС) и т.д.

Фотограмметрическая обработка снимков имеет следующие преимущества:

1) по снимкам объекта можно получить числовую информацию о нём такой густоты, какой практически невозможно достичь при непосредственных промерах;

2) числовую и графическую информацию об объекте можно получить, не вступая с ним в контакт, когда объект недоступен для человека или находится в среде, опасной для его жизни;

3) фотограмметрист находится в благоприятных для человека кабинетных условиях.

Таким образом, уровень точности результатов фотограмметрической работы имеет важное значение ввиду дальнейшего применения продукции.

**ERDAS IMAGINE** – один из самых популярных в мире, в том числе и в РК программных продуктов в области работы с геопространственными данными.

Именно это программное обеспечение было использовано в попытке получения ортонормированного космического снимка и дальнейшей оценке соответствия жестким требованиям к исходной продукции, а именно качества снимков KazEOSat-1.

*Основные параметры космического снимка KazEOSat-1:*

Пространственное разрешение

панхроматический канал - 1 метр

мультиспектральный канал - 4 метра

Виды спектральных каналов - RGB, NIR, PAN

Радиометрическое разрешение - 12 бит

Полоса захвата - 20 км

Метод съемки - сенсорное сканирование Pushbroom

Высота орбиты КА - 759 км

Точность автоматической геопривязки - 15 м (1D, RMS, CE-90)

Перед началом работ по фотограмметрической обработке космических снимков, существует необходимость вычисления и уравнивания гистограмм растровых изображений (панхроматического канала, т.к. включает в себя информацию во всем видимом диапазоне света 450-750 Нм), которые при этом делаются более светлыми и читаемыми (Рис.1 б)), т.к. в оригинале введу специфики их получения исходные снимки являются достаточно темными (Рис.1 а)) и это создает затруднения при работе модуля автоматического генерирования связующих точек, позволяющих выполнять взаимное ориентирование блока космических снимков на этапе уравнивания блока.

а)

б)

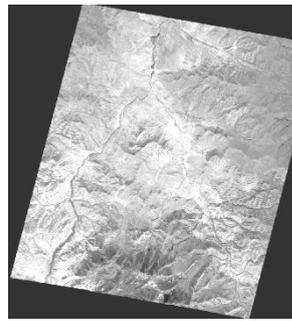
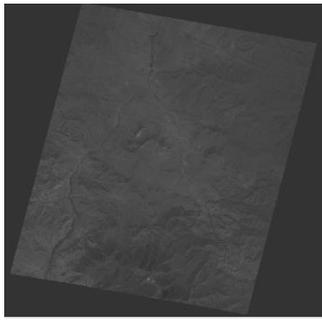


Рис.1 - а) Исходный космических снимок; б) Снимок после коррекции гистораммы.

В ПО ErdasImagine данный вид работ выполняется при помощи соответствующих модулей в следующем порядке:

- Построение пирамид и расчет гистораммы выполняется с помощью модуля EditMetadata;

- Пересчет гистораммы с использованием шаблонной растяжки от белого до черного StandardDeviation, выполняется модулем Radimetric/Rescale, в результате работы которого получаем скорректированный до читаемого вида растровый файл (первоначальные данные остаются не тронутыми).

#### *Планово-высотное обоснование или опорные точки*

Привязку плановых опознаков выполняют с помощью измерительных навигационных приборов типа GPS.

Местоположение опознаков на космоснимках тщательно определяют на контурах легко опознаваемых, желательно равнинных с минимальным перепадом высот и максимально долговременных, таких как пересечение дорог, угол забора, заброшенный фундамент и т.д.. Таким образом, точки определенные на местности по уже существующим долговременным контурам могут быть использованы многократно. На все получаемые точки создается Абрис, включающий в себя схематическое расположение точки на снимке и на местности, фотографии местности, краткое описание точки и координаты.

Нельзя выбирать точки рядом с вертикальными объектами (здания, сооружения), на крутых склонах, затенённых участках оврагов и лощин. Опорные точки должны располагаться рассредоточено не менее 3 штук на сцену, но максимальное количество не ограничено.

#### *Цифровая модель рельефа.*

В качестве опорных данных с целью получения наиболее точных продуктов использован ЦМР из открытых источников отвечающий минимальным требованиям. К таким продуктам относится ЦМР полученный в рамках американской программы SRTM.

ShuttleRadarTopographyMission (SRTM) - радарная интерферометрическая съемка поверхности земного шара. Данная съемка проведена на всей территории суши Земли между 60° северной широты и 54° южной широты, а также океанов, с помощью двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR установленных на борту корабля "Шаттл". Результатом съемки является цифровая модель рельефа 85 процентов поверхности Земли.

Таким образом ЦМР получен с интернет источника с размером ячейки 1x1 арксекунд (около 30 метров) точность которого не хуже 12 метров для горных территорий. Система координат WGS-84 и система высот EGM-96 (EarthGeoidModel 1996 года), которая может быть конвертирована на любую другую систему так как является универсальной.

#### *Создание проекта фотограмметрической обработки*

Перед выполнением любых фотограмметрических задач необходимо создать проект. Проект - это термин, используемый для описания и характеристики всей информации, связанной с проектом фотограмметрической обработки, включая: информацию о проекции, сфероиде и данных; Космоснимки, используемые в проекте; Информация о модели камеры

или датчика, связанная со снимком; GCP (наземные контрольные точки) точки или же точки планово-высотного обоснования.

После указания модели съемочной аппаратуры спутника (ПО должен поддерживать тип сенсора), настраивается система координат. Далее в фотограмметрический проект были добавлены исходные панхроматические снимки и RPC коэффициенты каждого снимка, несущие информацию о параметрах снимка и съемки, RPC коэффициенты обычно хранятся в той же папке, где и снимок.

Модель камеры спутника в виде обобщенных аппроксимирующих функций (рациональных полиномов) можно считать одной из обобщающих моделей, используемых вместо строгих моделей уже более десяти лет. Она выражает отношения между объектом и координатами изображения с помощью коэффициентов многочленов. Эти коэффициенты называются коэффициентами рационального многочлена (RPC – Rational Polynomial Coefficients).

Для конечного пользователя доступность RPC и программного обеспечения, основанного на них, облегчает точную геометрическую обработку изображений и позволяет обрабатывать данные, полученные от разнообразных датчиков, без необходимости добавлять новые модули к своему программному обеспечению.

*Пространственная триангуляция – уравнивание блока.*

Уравнивание блока – это основной этап цифровой фотограмметрической обработки. Блок – это группа снимков ДЗЗ имеющих перекрытие между собой и обрабатываемая в едином проекте. Уравнивание блока используется при ортотрансформировании снимков ДЗЗ, которые в последующем должны быть сшиты в единое изображение большой площади или мозаику. Уравнивание блока – это процесс триангулирования снимков на основе точек создаваемых на перекрытиях, импортируемых точек ПВО и моделью камеры (параметры внутреннего ориентирования). Оно состоит из трех частей:

Связующие точки – обеспечивает взаимное ориентирование между изображениями и создается автоматически (указанием параметров поиска и последующей фильтрацией).

Наземные опорные точки – Географическая привязка снимков в пространстве (используются полевые точки либо опорная ортомозаика и точная ЦМР).

Триангуляция – Вычисляет трансформацию путем минимизации и распределения ошибок по изображениям и опорным точкам создавая математическую модель блока.

Связующие точки располагаются на перекрытиях между снимками для обеспечения взаимного ориентирования. Автоматическое генерирование точек выполняется путем определения точки на одном снимке и поиска по гистограмме заданного окна поиска (Н-р: 21x21 пиксель) на перекрываемом снимке.

Для выполнения данной задачи запускается модуль Pointmeasurementtool

После запуска инструмента производится импортирование полевых опорных точек ПВО с указанием системы координат и системы высот, а затем столбцов соответствующих координатам ID,X,Y,Z.

Далее импортированные точки необходимо вручную определить на космических снимках и указать при помощи соответствующего инструмента (см.Рис.3), это позволит определить среднюю плоскость на зону интереса, устранить общую ошибку смещения блока относительно реальных координат на местности и в результате является основой для получения абсолютной геопривязки.

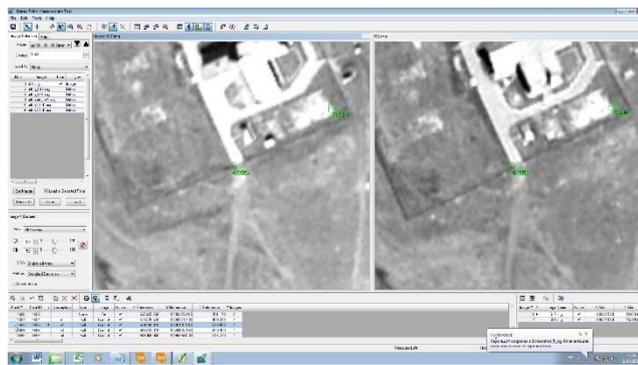


Рисунок 3 - определение опорных точек на снимке

Далее для взаимного ориентирования снимков запускается автоматическое генерирование связующих точек с предварительными настройками, таких как плотность и тип создаваемых точек, по результатам работ которой получено облако точек, которые необходимо проконтролировать и при необходимости фильтровать по корректности (см. Рис.4)

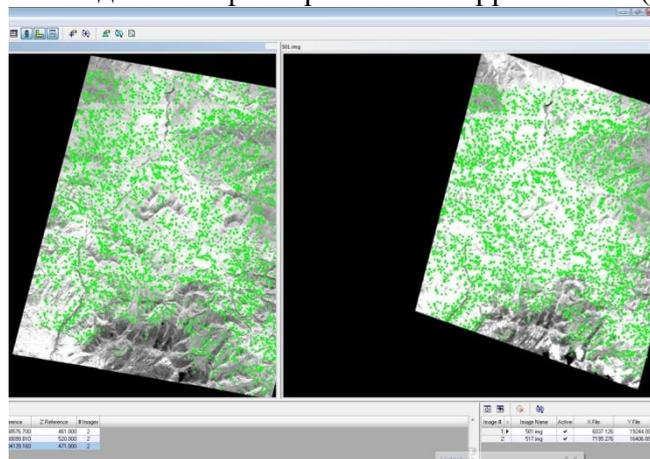


Рисунок 4– Полученное облако точек путем автоматического генерирования.

По результатам внешнего ориентирования выводится таблица распределения невязок на опорных и контрольных точках. Далее выбираются и корректируются точки с погрешностями, превышающими допустимые значения. После запускается уравнивание триангуляции. Данная итерация повторяется до тех пор, пока значения погрешностей точек будут соответствовать допустимым значениям.

Refinement Summary			
Total Image RMSE:		0.1828178 pixels	
Control Point RMSE:		Check Point RMSE:	
Ground X:	0.6251879 (7)	Ground X:	0.0000000 (0)
Ground Y:	0.6090935 (7)	Ground Y:	0.0000000 (0)
Ground Z:	0.4063711 (7)	Ground Z:	0.0000000 (0)
Image X:	0.6332487 (14)	Image X:	0.0000000 (0)
Image Y:	0.1620542 (14)	Image Y:	0.0000000 (0)

Рисунок 5 - Конечный результат уравнивания математической модели/блока

Результаты уравнивания должны удовлетворять требованиям «Инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых карт и планов». В соответствии с требованиями СКО (средняя квадратическая ошибка) в плане не должна превышать на опорных

точках 1/3 сечения пикселя, а на контрольных точках погрешность координат 2-3 пикселя.

СКО уравненного блока = 0,1828178 пикселя

Ортотрансформированием называется – преобразование центральной проекции, в которой получен космоснимок, в ортогональную проекцию, как если бы вся площадь снимка была получена в надир. В результате ортотрансформирования исключаются все виды перспективных искажений снимка, вызванных влиянием угла наклона, а также ошибка в точности геопривязки за счет точек планово-высотного обоснования. Указанные искажения подчиняются определенным законам, поэтому исключение их влияния не вызывает затруднений в пределах заданных параметров точности результата.

Выполняется запуск ортотрансформирования снимков путем использования модуля Orthoresampling.

dX (пиксели)	dY (пиксели)	Невязка (пиксели)
-1,47002	1,41642	2,04138
1,35413	-1,40221	1,94933
1,63212	0,613689	1,74368
-0,585575	-0,901911	1,07533
1,7454	-0,60676	1,84786
-1,80584	0,67858	1,92912
-0,870213	0,202194	0,893394

Таблица 1 - невязка по 7 - контрольным точкам, при допуске 3 пикселя.

Также ввиду особенности исходного продукта (панхроматический – 1м, мультиспектральный – 4 м) перед запуском ортотрансформирования, следует выполнить композицию панхроматического и мультиспектрального каналов “Pansharpening” с целью получения 1 метрового цветного изображения и заменить в проекте панхроматические снимки, на которых выполнялось уравнивание блока.

В результате выполненных работ по фотограмметрическому нормированию космического снимка KazEOSat-1 был достигнут требуемый уровень геометрического качества продукции, а именно СКО  $0,1828 < 1/3$ . Следует, что Отечественные космические снимки имеют соответствия по всем требованиям к качеству исходной продукции для дальнейших работ на универсальных инструментах и отвечает стандартам международного уровня.

#### Список использованных источников

1. Лобанов А.Н., Журкин И.Г. “Автоматизация фотограмметрических процессов” М., Недра, 1980г.
2. Назаров А.С., Фотограмметрия. – Мн., 2006г;
3. Руководство пользователя ErdasImagine. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://www.hexagongeospatial.com/resources/resource-library/documentation>;
4. Руководство пользователя ErdasImagine. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://web.pdx.edu/~nauna/TourGuide9\\_1.pdf](http://web.pdx.edu/~nauna/TourGuide9_1.pdf)
5. Савиных В.П., Кучко А.С., Стеценко А.Ф. Аэрокосмическая фотосъемка. - М., Геодезиздат, 1997г.;

УДК 52.528.94

### АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИС В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОРГАНАХ РК

**Бактыгереев Жаксылык Жанболатулы**

магистрант 1 курса кафедры «Геодезия и картография» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,