

Ортокоррекция космических снимков с использованием RPC

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 6

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта по адресу <http://gis-lab.info/qa/ortho-rpc.html>

Теоретические основы процесса ортокоррекции данных дистанционного зондирования

Содержание

- [1 Введение](#)
 - [1.1 Определен
ие](#)
- [2 Необходимые
данные](#)
 - [2.1 Космически
е снимки](#)
 - [2.1.
1 Geo
Eye](#)
 - [2.1.
2 Digit
alGl
obe](#)
 - [2.2 Данные
RPC](#)
 - [2.3 Информаци
я о рельефе](#)
- [3 Литература](#)
- [4 Ссылки](#)

Введение

Эта статья излагает основы теории ортокоррекции космических снимков видимого диапазона электромагнитных волн полученных с космических аппаратов (КА) высокого (2 - 1 м) и сверхвысокого (лучше 1 м) разрешения на местности. Наиболее известными представителями этого класса КА являются: Ikonos, QuickBird, GeoEye-1, WorldView-1, WorldView-2.

Определение

Начнем с определения, что же такое ортокоррекция.

Ортотрансформирование (ортокоррекция) изображения (снимка) – математически строгое преобразование исходного изображения (снимка) в ортогональную проекцию и устранение искажений, вызванных рельефом, условиями съемки и типом камеры.^{[1](#)}

Иногда употребляют термин **орторектификация**, который по сути является англоизмом термина **orthorectification**.

На самом деле **orthorectification** — ОИ ортотрансформирование, ортоисправление ортокоррекция (orthocorrection) с трансформированием изображения в заданную проекцию²

Существует еще и такое определение. **Ортотрансформирование, орторектификация** (orthorectification, ortho-transformation, orthofototransformation) — устранение на изображении геометрических искажений, вызванных рельефом, для создания ортофото-снимков, ортофотокарт, ортофотопланов и др. ортотрансформированных (орторектифицированных) изображений и продуктов³.

Что такое ортотрансформация? Это процесс геометрической коррекции изображений, при котором устраняются перспективные искажения, развороты, искажения вызванные дисторсией объектива и другие. Изображение при этом приводится к плановой проекции, то есть такой, при которой каждая точка местности наблюдается строго вертикально, в надир. Чтобы выполнить такое преобразование необходимо устранить искажения, вызванные рельефом. Следовательно, для трансформации нужна модель рельефа, нужно знать высоту местности для каждой точки снимка.⁴



Перераспределение пикселей на изображении в результате ортокоррекции

Почему нужно выполнять ортокоррекцию космических снимков, ведь КА осуществляют съемку с очень большой высоты (сотни километров) и искажения минимальны? Дело в том, что КА не может все время снимать в надир, иначе пришлось бы ждать очень большое время когда он пройдет над заданной точкой, ведь захват аппаратуры наблюдения не превышает 20 км, а продолжительность полного покрытия межвиткового интервала полосами захвата более 100 дней. Для устранения этого недостатка КА "доворачивают" и большинство кадров получаются перспективными. Следует заметить, что углы съемки могут достигать 45 градусов, и при такой высоте это приводит к значительным искажениям.

Зачем проводить ортокоррекцию космических снимков, если все и так на изображении можно различить, а в результате дополнительных операций качество ухудшится? Если целью стоит только выявление фактов по изображению и никаких требований к точности позиционирования, измерению длин и площадей не предъявляется, то проводить ортокоррекцию вовсе не обязательно. Но если нужны измерительные и позиционные свойства изображения, а также если необходимо точное совмещение разновременных изображений (или даже стыковка перекрывающихся включений), то ортокоррекция крайне рекомендуется.

Необходимые данные

Для проведения ортокоррекции космического снимка необходимо:

- Космический снимок в одном из форматов поставки (обычно GeoTIFF)
- Данные RPC к снимку
- Информация о рельефе в виде DEM (Digital Elevation Model)

Космические снимки

Рассмотрим подробнее комплекты поставки основных компаний рынка детальной космической съемки: GeoEye и DigitalGlobe (образы продукции собраны на [отдельной странице](#)).

GeoEye

Продуктовая линейка GeoEye включает в себя⁵:

- Geo
- GeoProfessional
- GeoStereo

Подробнее о продуктах компании можно почитать скачав брошюру [Product Guide](#) (требуется регистрация, но потом дает прямую ссылку).

Нас в первую очередь интересует продукт **Geo** - который представляет набор данных подготовленный к ортотекоррекции (он же самый дешевый).

Комплект поставки продукции GeoEye включает в себя (на примере [Transportation GeoEye-1 Sample](#)):

```
GeoEye_logo.tif
po_344780_aoi.dbf
po_344780_aoi.prj
po_344780_aoi.shp
po_344780_aoi.shx
po_344780_component.dbf
po_344780_component.prj
po_344780_component.shp
po_344780_component.shx
po_344780_image.dbf
po_344780_image.prj
po_344780_image.shp
po_344780_image.shx
po_344780_metadata.txt
po_344780_rgb_0000000.hdr
po_344780_rgb_0000000.tfw
po_344780_rgb_0000000.tif
po_344780_rgb_0000000_ovr.jgw
po_344780_rgb_0000000_ovr.jpg
po_344780_rgb_0000000_rpc.txt
SingleOrganization_license.txt
```

Как можно заметить все файлы начинаются на **po_344780** - это номер заказа по которому подготовлен этот рабочий набор.

В комплекте поставки имеются три shape-файла (район заказа, проекции изображений), текстовый файл метаданных, собственно изображение в формате GeoTIFF, уменьшенное изображение в формате JPEG с привязкой и файл с RPC данными. Следует отметить, что программное обеспечение воспринимает изображение не как один файл в формате GeoTIFF, а как набор из файлов, в который входят, для нашего случая, еще и файлы с расширением hdr, tfw, _rpc.txt.

Аналогичный состав имеет комплект поставки материалов съемки с КА Ikonos.

А вот комплект поставки с третьего КА компании - OrbView-3, который стал свободно доступен (подробнее можно почитать на странице [описания каталога данных OrbView-3](#)), имеет ряд нюансов.

Комплект поставки продукции GeoEye с КА OrbView-3 включает в себя (на примере [территории в Белоруссии](#)):

```
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.att
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.dbf
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.epf
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.jgw
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.jpg
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.prj
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.pvl
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.shp
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.shx
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680.tif
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_aoi.dbf
```

```
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_aoi.prj
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_aoi.shp
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_aoi.shx
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_rpc.txt
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_src.dbf
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_src.prj
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_src.shp
3v050909p0000897861a520004700712m_001631680_src.shx
unrestricted_license.txt
```

Как видим названия файлов также имеют общую часть **3v050909p0000897861a520004700712m_001631680** - здесь мы видим дату съемки 050909 (2005-09-09T09:32:38.745600Z), номер в каталоге и уровень обработки 897861a (89786 и 1A), номер заказа 001631680 (OPS001631680). А вот состав файлов отличается. Но главное отличие, что поставляемые TIFF файлы не имеют географической привязки и описания СК, внедренные в файл.

Для ортокоррекции таких файлов необходима предварительная подготовка (см. например, [Ортокоррекция космических снимков в wxGIS](#) и [Ортокоррекция данных OrbView-3 с помощью GDAL](#))

DigitalGlobe

Продуктовая линейка DigitalGlobe включает в себя⁶:

- [Basic Imagery](#)
- [Standard Imagery](#)
- [Stereo Imagery](#)
- [Advanced Ortho Series](#)

В продуктовой линейке нас интересует продукты Basic Imagery и Standard Imagery. Рассмотрим продукт Standard Imagery. Комплект поставки продукции DigitalGlobe включает в себя (на примере [QuickBird: Ortho ready standard Bundle 16bit](#)):

```
| -005554608030_01
| | -005554608030_01_P001_MUL
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001-BROWSE.JPG
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001.IMD
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001.RPB
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001.TIF
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001.TIL
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001.XML
| | | -05JUL04180116-M2AS-005554608030_01_P001_README.TXT
| | | -DEMONSTRATION.TXT
| | -005554608030_01_P001_PAN
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001-BROWSE.JPG
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001.IMD
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001.RPB
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001.TIF
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001.TIL
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001.XML
| | | -05JUL04180116-P2AS-005554608030_01_P001_README.TXT
| | | -DEMONSTRATION.TXT
| | -GIS_FILES
| | | -005554608030_01_ORDER_SHAPE.dbf
| | | -005554608030_01_ORDER_SHAPE.shp
| | | -005554608030_01_ORDER_SHAPE.shx
| | | -005554608030_01_PRODUCT_SHAPE.dbf
| | | -005554608030_01_PRODUCT_SHAPE.shp
| | | -005554608030_01_PRODUCT_SHAPE.shx
| | | -005554608030_01_STRIP_SHAPE.dbf
| | | -005554608030_01_STRIP_SHAPE.shp
| | | -005554608030_01_STRIP_SHAPE.shx
| | | -005554608030_01_TILE_SHAPE.dbf
| | | -005554608030_01_TILE_SHAPE.shp
| | | -005554608030_01_TILE_SHAPE.shx
| | -005554608030_01_LAYOUT.JPG
```

```
| |-005554608030_01_README.TXT  
| |-005554608030_01_README.XML  
|-005554608030_01.MAN  
|-005554608030_01_EOT.TXT
```

Как можно видеть структура папок и файлов в поставке с KA QuickBird отличаются от продуктов компании GeoEye.

В данном продукте имеются как панхроматический, так и мультиспектральный снимок. Панхроматический имеет размер пиксела 0,6 метра, а мультиспектральный - 2,4 метра. Каждый из снимков лежит в соответствующей папке 005554608030_01_P001_PAN и 005554608030_01_P001_MUL.

Посмотрим, какие данные составляют снимок:

- файл, который оканчивается на -BROWSE.JPG, представляет собой уменьшенную копию изображения
- файлы с расширениями IMD (image metadata), XML, _README.TXT содержат метаданные изображения
- файл с расширением RPB содержит RPC данные
- файл с расширением TIF - это само изображение
- файл с расширением TIL содержит в себе схему нарезки на тайлы.

Следует обратить внимание, что если изображение разделено на тайлы, то файл RPC данных будет один для всех растровых файлов. Например, рассмотрим такой набор данных.

```
08JUL17070604-M2AS_R1C1-052053322020_01_P001.TIF  
08JUL17070604-M2AS_R1C2-052053322020_01_P001.TIF  
08JUL17070604-M2AS_R2C1-052053322020_01_P001.TIF  
08JUL17070604-M2AS-052053322020_01_P001.IMD  
08JUL17070604-M2AS-052053322020_01_P001.RPB  
08JUL17070604-M2AS-052053322020_01_P001.TIL  
08JUL17070604-M2AS-052053322020_01_P001.XML  
08JUL17070604-M2AS-052053322020_01_P001_README.TXT  
08JUL17070604-M2AS-052053322020_01_P001-BROWSE.JPG  
BASE.TXT
```

Здесь мы видим три растра и один TIL и RPB файл. Рассмотрим, что из себя представляет TIL файл.

```
bandId = "Multi";  
numTiles = 3;  
tileSizeX = 4096;  
tileSizeY = 4096;  
tileUnits = "Pixels";  
tileOverlap = 0;  
BEGIN_GROUP = TILE_1  
    filename = "08JUL17070604-M2AS_R1C1-052053322020_01_P001.TIF";  
    ULColOffset = 0;  
    ULRowOffset = 0;  
    URColOffset = 4095;  
    URRowOffset = 0;  
    LRColOffset = 4095;  
    LRRowOffset = 4095;  
    LLColOffset = 0;  
    LLRowOffset = 4095;  
    ULLon = 63.71122049;  
    ULLat = 56.27582320;  
    URLon = 63.86991680;  
    URLat = 56.27480990;  
    LRLon = 63.86791836;  
    LRLat = 56.18651934;  
    LLLon = 63.70958654;  
    LLLat = 56.18752929;  
    ULX = 544040.40000002;  
    ULY = 6237005.99999958;  
    URX = 553868.40000006;
```

```

        URY = 6237005.99999954;
        LRX = 553868.40000006;
        LRY = 6227177.99999955;
        LLX = 544040.40000002;
        LLY = 6227177.99999959;
END_GROUP = TILE_1
BEGIN_GROUP = TILE_2
    filename = "08JUL17070604-M2AS_R1C2-052053322020_01_P001.TIF";
    ULColOffset = 4096;
    ULRowOffset = 0;
    URColOffset = 6907;
    URRowOffset = 0;
    LRColOffset = 6907;
    LRRowOffset = 4095;
    LLColOffset = 4096;
    LLRowOffset = 4095;
    ULLon = 63.86995555;
    ULLat = 56.27480962;
    URLon = 63.97888572;
    URLat = 56.27399629;
    LRLon = 63.97663705;
    LRLat = 56.18570843;
    LLLon = 63.86795703;
    LLLat = 56.18651907;
    ULX = 553870.80000006;
    ULY = 6237005.99999954;
    URX = 560617.20000015;
    URY = 6237005.99999951;
    LRX = 560617.20000014;
    LRY = 6227177.99999952;
    LLX = 553870.80000006;
    LLY = 6227177.99999955;
END_GROUP = TILE_2
BEGIN_GROUP = TILE_3
    filename = "08JUL17070604-M2AS_R2C1-052053322020_01_P001.TIF";
    ULColOffset = 0;
    ULRowOffset = 4096;
    URColOffset = 4095;
    URRowOffset = 4096;
    LRColOffset = 4095;
    LRRowOffset = 5325;
    LLColOffset = 0;
    LLRowOffset = 5325;
    ULLon = 63.70958614;
    ULLat = 56.18750773;
    URLon = 63.86791788;
    URLat = 56.18649778;
    LRLon = 63.86732029;
    LRLat = 56.15999958;
    LLLon = 63.70909755;
    LLLat = 56.16100852;
    ULX = 544040.40000002;
    ULY = 6227175.59999959;
    URX = 553868.40000006;
    URY = 6227175.59999955;
    LRX = 553868.40000006;
    LRY = 6224225.99999956;
    LLX = 544040.40000002;
    LLY = 6224225.99999959;
END_GROUP = TILE_3
END;

```

Как можно заметить, TIL файл содержит в себе перечень названий растров и их углы в географической, проекционной и пиксельной СК (некоторый аналог VRT формата из библиотеки GDAL). Программное обеспечение работает с таким файлом, как с целым изображением.

Большинство программного обеспечения при работе с TIL выставляет СК WGS84 и использует градусные координаты, что приводит к тому, что растр "сплющивается" с потерей разрешения на местности, а значит и качества. В таком случае, чтобы корректно выполнить ортокоррекцию такого набора, необходимо выполнить мозаику тайлов в единое изображение с тем же именем, как и RPV файл.

Данные RPC

Самый правильный способ обработки данных для ортокоррекции требует реконструкции геометрии датчика в момент регистрации для каждой строки изображения. Классический фотограмметрический способ основан на извлечении цифровой модели местности (ЦМР) с помощью обработки стереопары снимков и сопровождается ортотрансформированием одного из двух изображений; также возможно использовать существующие ранее ЦМР, качество которых соответствует масштабу конечного продукта, и использовать наземные точки привязки - (Ground Control Points – GCP). Это последнее звено обработки обычно следует за обработкой спутниковых данных, т.к. не все спутниковые датчики способны получать стерео пары, и в большинстве случаев требуется обработка единичных сцен.

Наиболее часто применяемые методы для трансформирования основаны на использовании модели датчика, которая может иметь два типа: физический или типовой. Главное их различие состоит в том, что физические модели являются строгими и требуют знания параметров определенного датчика, для которого они были разработаны; каждый используемый параметр имеет физическое значение. Типовые модели датчика, со своей стороны, независимы от датчика, они являются общей информацией о датчике и не требуют точных физических значений параметров процесса получения изображения.

Строгая модель позволяет получить точное трехмерное описание и ортотрансформирование изображений. Типовая модель датчика обеспечивает только отношения, существующие между трехмерными координатами объекта и соответствующими координатами изображения в типовой математической форме.

Модель камеры спутника в виде **обобщенных аппроксимирующих функций (рациональных полиномов)** можно считать одной из обобщающих моделей, используемых вместо строгих моделей уже более десяти лет (Greve и др. 1992 г.). Она выражает отношения между объектом и координатами изображения с помощью коэффициентов многочленов. Эти коэффициенты называются коэффициентами рационального многочлена (RPC – Rational Polynomial Coefficients).

Надо полагать, что для получения неизвестных коэффициентов модели лучше ввести в вычисление строгие параметры датчика, даже в том случае, если обобщенная модель позволяет применять фотограмметрические процедуры без знания строгой физической модели датчика, типа датчика и процедуры получения изображения. Точность этих параметров влияет на точность конечных продуктов, даже если коэффициенты также могут быть вычислены, только начинаясь с соответствующего количества GCP, опознанных на изображении и измеренных по картам (Тао и др. 2001 г.).²

Метод, основанный на RPC, был принят для обработки спутниковых данных в компаниях DigitalGlobe и GeoEye. Некоторые поставщики спутниковых данных, предоставляя коэффициенты рациональной функции, одновременно с этим частично скрывают информацию о датчике ради сохранения технологического «ноу-хау». Для конечного же 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.

Для проведения ортокоррекции материалов космической съемки необходимы файлы с данными RPC, вычисленными с применением строгой модели сенсора. При использовании файла RPC можно вычислить нормализованную колонку и строку в изображении, как коэффициенты многочленов нормализованной геодезической широты, долготы и высоты.²:

Перечень данных RPC приведен в таблице².

Наименование параметра	Описание
HEIGHT_OFF	сдвиг высоты в метрах
HEIGHT_SCALE	нормализующий коэффициент для высоты
LAT_OFF	сдвиг широты в градусах в десятичном формате

LAT_SCALE	нормализующий коэффициент для широты
LINE_DEN_COEFF	список 20 коэффициентов для многочлена знаменателя строки
LINE_NUM_COEFF	список 20 коэффициентов для многочлена числителя строки
LINE_OFF	сдвиг строки в пикселах
LINE_SCALE	нормализующий коэффициент для строки
LONG_OFF	сдвиг долготы в градусах в десятичном формате
LONG_SCALE	нормализующий коэффициент для долготы
LONG_OFF	сдвиг долготы в градусах в десятичном формате
LONG_SCALE	нормализующий коэффициент для долготы
SAMP_DEN_COEFF	список 20 коэффициентов для многочлена знаменателя колонки
SAMP_NUM_COEFF	список 20 коэффициентов для многочлена числителя колонки
SAMP_OFF	сдвиг колонки в пикселах
SAMP_SCALE	нормализующий коэффициент для колонки

Каждый многочлен используется до третьего порядка по P, L, H. Поэтому для каждой комбинации широты, долготы и высоты можно вычислить, какой пиксел (выборку, строку) следует рассматривать.

Для того чтобы использовать модель камеры спутника в виде обобщенных аппроксимирующих функций (рациональных полиномов), обязательно надо иметь DEM, иначе обработка должна выполняться с постоянным значением превышения, например для полностью плоских областей. Результаты могут быть улучшены, если использовать одну или более наземных точек привязки - GCP (Ground Control Points)⁷.

При использовании файла RPC можно вычислить нормализованную колонку и строку в изображении как коэффициенты многочленов нормализованной геодезической широты, долготы и высоты, Для этих вычислений применяются следующие выражения:

$$r_n = \frac{\sum_{i=1}^{20} LineNumCoef_i * \rho_i(P, L, H)}{\sum_{i=1}^{20} LineDenCoef_i * p_i(P, L, H)}$$

$$c_n = \frac{\sum_{i=1}^{20} SamNumCoef_i * \rho_i(P, L, H)}{\sum_{i=1}^{20} SamDenCoef_i * p_i(P, L, H)}$$

где r_n, c_n, P, L, H - нормализованные значения, выраженные как :

$$P = \frac{(Latitude - LatOff)}{LatScale}$$

$$L = \frac{(Longitude - LonOff)}{LonScale}$$

$$H = \frac{(Height - HgtOff)}{HgtScale}$$

$$r_n = \frac{(Row - LinOff)}{LinScale}$$

$$c_n = \frac{(Column - SamOff)}{SamScale}$$

и:

LineNumCoef - список 20 коэффициентов для многочлена числителя строки;

LineDenCoef - список 20 коэффициентов для многочлена знаменателя строки;

SamNumCoef - список 20 коэффициентов для многочлена числителя колонки;

SamDenCoef - список 20 коэффициентов для многочлена знаменателя колонки;

LatOff - сдвиг широты в градусах в десятичном формате;

LonOff - сдвиг долготы в градусах в десятичном формате;

LinOff - сдвиг строки в пикселах;

SamOff - сдвиг колонки в пикселах;

HgtOff - сдвиг высоты в метрах;

LinScale - нормализующий коэффициент для строки;

SamScale - нормализующий коэффициент для колонки;

LatScale - нормализующий коэффициент для широты;

LonScale - нормализующий коэффициент для долготы;

HgtScale - нормализующий коэффициент для высоты.

Числитель и знаменатель рациональной функции полиномиального уравнения представляет собой сумму 20-ти кубических полиномиальных функций и могут быть представлены в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^{20} C_i * \rho_i(P, L, H) = C_1 + C_6 * L * H + C_{11} * P * L * H + C_{16} * P^3 \\ + C_2 * L + C_7 * P * H + C_{12} * L^3 + C_{17} * P * H^2 \\ + C_3 * P + C_8 * L^2 + C_{13} * L * P^2 + C_{18} * L^2 * H \\ + C_4 * H + C_9 * P^2 + C_{14} * L * H^2 + C_{19} * P^2 * H \\ + C_5 * L * P + C_{10} * H^2 * C_{15} * L^2 * P + C_{20} * H^3$$

Каждый многочлен используется до третьего порядка по P, L, H. Поэтому для каждой комбинации широты, долготы и высоты можно вычислить, какой пиксел (выборку, строку) следует рассматривать.⁷

Информация о рельефе

Для выполнения ортокоррекции необходим файл рельефа в растровом виде (DEM, Digital elevation model). Высотные данные могут быть получены в результате наземных измерений, при помощи горизонталей с топографической карты, с помощью стереосъемки, по радарным данным или из общедоступных грубых ЦМР: [SRTM](#) (разрешение 30-90 м) и [ASTER GDEM](#) (разрешение (15-90 м).

Наиболее удобным представляется использование данных ASTER GDEM, которые можно получить с [этого ресурса](#) (требуется предварительная регистрация). Для поиска необходимых участков ЦМР, очень удобно подставлять в качестве условий поиска шейп-файлы из поставки снимков.

• ASTER GDEM search system has 4 methods for tile selection. You can select tiles with one of the following methods.

- Select tiles directly
- Select tiles by polygon
- Select tiles by shapefile
- Select tiles by coordinates

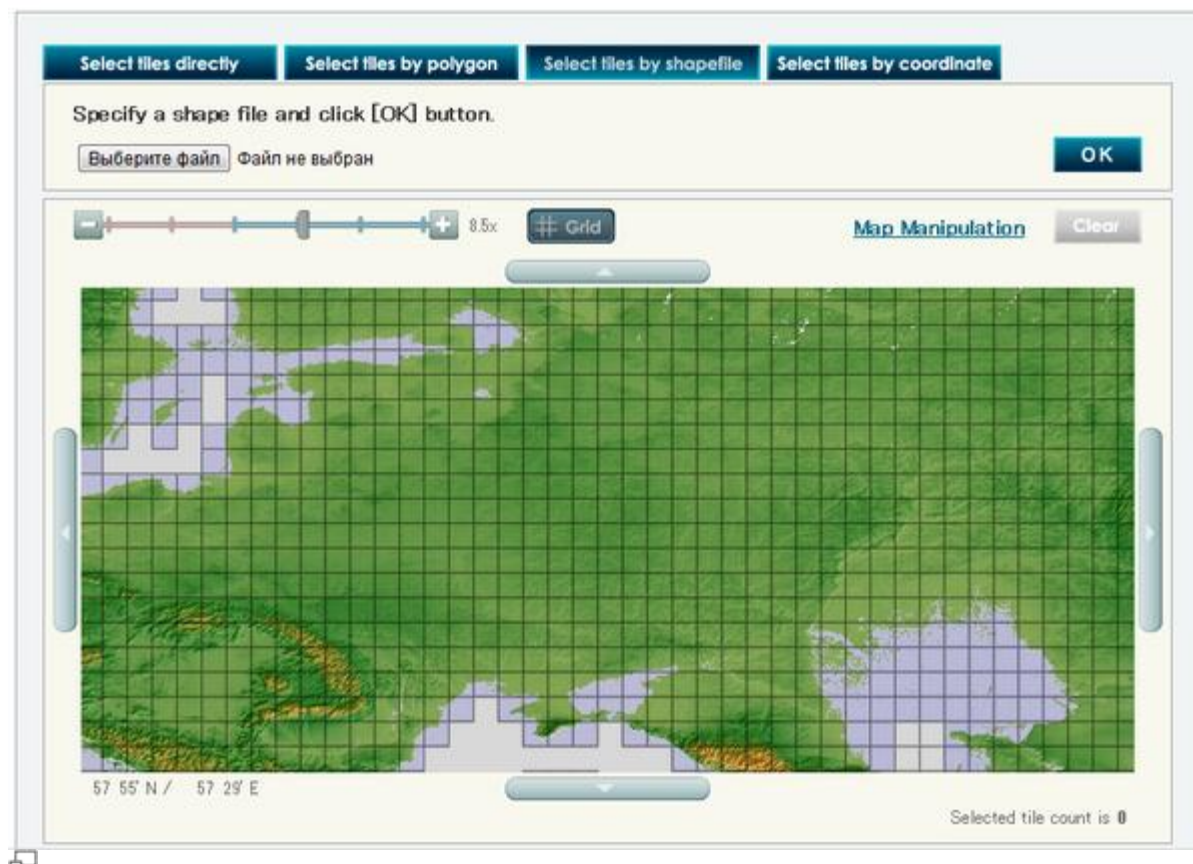
• If you want to reset or reselect, please click **Clear** button.

• After selecting tiles, click **Next** button.

How-to (Select tiles by shape file)

- Map can be scrolled and zoomed by cursor.
Zooming is possible both by mouse and scale bar on the top of the map.
Specify a shape file to select tiles.

When clicking [OK] button, tile selection is started.



Интерфейс поиска каталога ASTER GDEM

Литература

1. [Словарь терминов](#). Журнал Геоматика, 2009, №2. С. 119
2. [Англо-русский толковый словарь по геоинформатике](#). Андрианов В. Ю. - М.: ДАТА+, 2001. - 122 с.
3. [Словарь терминов по геоинформатике](#). Геоинформатика. Тикунов В. С. - М.: Академия, 2005. — 480 с
4. [Google maps и другие. Использование картографических веб-сервисов в Digitals](#). Бондарец А., НПП "Геосистема", Винница
5. [Satellite Imagery Products](#), Copyright © 2012 GeoEye, Inc.
6. [Products](#), © 2012 DIGITALGLOBE, INC.
7. [7.0 7.1 7.2 7.3 7.4 Геометрическая обработка данных со спутника QuickBird](#)
8. [RPCs in GeoTIFF](#). Mathematical Model

Ссылки

1. [Как провести ортотрансформирование изображений IKONOS Ortho-Kit в программном комплексе ENVI](#)
2. [Ортотрансформирование снимков, полученных со спутника EROS-A](#)
3. [Ортотрансформирование данных со спутника OrbView-3 в программной среде PCI Geomatica](#)
4. [Использование программного комплекса ENVI для ортотрансформирования аэрофотоснимков и изображений со спутника SPOT](#)
5. [Использование коэффициентов рационального многочлена \(RPCs\) для ортотрансформирования спутниковых изображений IKONOS/QuickBird](#)
6. [Возможности данных Ikonos и QuickBird для точного трехмерного позиционирования, получения ортоисправленных изображений и создания цифровых моделей поверхности \(DSM\)](#)

[Продукты с КА IKONOS](#)

8. [Оценка геометрической точности данных дистанционного зондирования, полученных со спутника IKONOS](#)
9. [Точность стереосъемки со спутника IKONOS без наземной привязки](#)
10. [Определение точностных характеристик снимков QuickBird](#)

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 6

Последнее обновление: 2014-05-14 23:54

Дата создания: 29.01.2012

Автор(ы): [Дмитрий Барышников](#)