

Конвертация данных ТМ, ETM+ в показатели излучения на сенсоре

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 14

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта
по адресу <http://gis-lab.info/qa/dn2radiance.html>

Описание одной из базовых операций подготовки исходного изображения для последующего анализа совместно с данными другого типа (полученных другим прибором).

Данные дистанционного зондирования полученные со спутников серии Landsat получаемые конечными пользователями (а ими является большинство из нас) проходят определенную обработку, включающую радиометрическую коррекцию и масштабирование полученных значений на шкалу возможных значений яркости элемента изображения. Эти данные зависят от радиометрического разрешения матрицы (количества уровней яркости) и представляют собой, таким образом, значения пропорциональные количеству приходящей радиации (т.н. DN - digital numbers). DN - те значения, которые мы имеем исходно, получив снимок. Чем больше радиометрическое разрешение матрицы, тем больше диапазон значений, который может принимать преобразованный из излучения сигнал, для камеры MSS этот диапазон - 0..63 (2⁶, 64 возможных значения), для ТМ (ETM+) - 0..255 (2⁸, 256 возможных значений), что говорит о ее более высоком радиометрическом разрешении.

Значения DN безразмерны и пропорциональны количеству восходящего излучения и излучения попадающего на сенсор (в литературе также можно встретить следующие синонимы upwelling radiance at-sensor, at-sensor radiance, spectral radiance), которое измеряется в следующих единицах:

$$\frac{W}{m^2 \cdot ster \cdot \mu m}$$

то есть: поток энергии (ватт) на квадратный метр земной поверхности на одинстерадиан (трехмерный угол от точки на поверхности Земли к сенсору) на единицу измеряемой длины волны.

Перед тем как запустить прибор в космос на земле определяется соотношение между DN и измеряемым потоком энергии. Этот процесс носит название калибровки сенсора.

В большинстве операций по обработке данных дистанционного зондирования (например при классификации изображения) использовать истинные значения излучения не обязательно, вполне достаточно значений масштабированных значений DN. Однако, когда в операции используются одновременно данные из нескольких разных источников (полученные с помощью разных камер, ТМ-ETM+, MSS-ТМ и т.д.), например для анализа изменений (change detection), следует понимать, что разные камеры калибруются по разному и свести эти данные полученные с них к единому знаменателю. Это достигается за счет перевода данных из DN в реальные значения приходящего излучения с помощью специальных формул.

Основная формула, используемая для пересчета:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{max\lambda} - L_{min\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \cdot (Q_{cal} - Q_{calmin}) + L_{min\lambda}$$

где, L_{λ} — количество приходящего излучения L_{min} — количество приходящего излучения которое после масштабирования становится Q_{min} L_{max} — количество приходящего излучения которое после масштабирования становится Q_{max} Q_{calmin} — минимальное калиброванное значение DN (0 или 1) Q_{calmax} — максимальное калиброванное значение DN (255) Q_{cal} — калиброванное значение (DN)

Параметры которые нужно подставить в уравнение обычно распространяются с самими данными Landsat,

если источник ваших данных — архив GLCF, то искать эти параметры следует в файле с расширением met, фрагмент файла с выделенными параметрами приведен ниже ([загрузить пример файла](#)).

```
BAND_COMBINATION = "123456678"
CPF_FILE_NAME = "L7CPF20010701_20010930_05"
GROUP = MIN MAX RADIANCE
    LMAX_BAND1 = 191.600
    LMIN_BAND1 = -6.200
    LMAX_BAND2 = 196.500
    LMIN_BAND2 = -6.400
    LMAX_BAND3 = 152.900
GROUP = MIN MAX PIXEL VALUE
    QCALMAX_BAND1 = 255.0
    QCALMIN_BAND1 = 1.0
    QCALMAX_BAND2 = 255.0
    QCALMIN_BAND2 = 1.0
    QCALMAX_BAND3 = 255.0
    QCALMIN_BAND3 = 1.0
```

Если в поставке ваших данных файла с параметрами нет, то их можно найти на официальной странице [программы Landsat](#). На этой странице хранятся файлы CPF (calibration parameter file) в которых содержится много информации о настройках параметров калибровки сенсора, в том числе параметров которые используются прибором для перевода количества приходящего излучения в DN (Lmin, Lmax, Qmin, Qmax). Этими же можем воспользоваться этими значениями для обратного перехода из DN в количество приходящего излучения.

Файлы калибровки для Landsat-7\ETM+ (начиная с 2-ой четверти 1999 г.) [>>>](#)

Файлы калибровки для Landsat-5\MSS (начиная с Марта, 2002 г.) [>>>](#)

```
GROUP = SCALING_PARAMETERS
GROUP = SCALING_PARAMETERS_LOW
    B1L_Lmin_Lmax = (-6.2,293.7)
    B2L_Lmin_Lmax = (-6.4,300.9)
    B3L_Lmin_Lmax = (-5.0,234.4)
    B4L_Lmin_Lmax = (-5.1,241.1)
    B5L_Lmin_Lmax = (-1.0,47.57)
    B6L_Lmin_Lmax = (0.0,17.04)
    B7L_Lmin_Lmax = (-0.35,16.54)
    B8L_Lmin_Lmax = (-4.7,243.1)
END_GROUP = SCALING_PARAMETERS_LOW
GROUP = SCALING_PARAMETERS_HIGH
    B1H_Lmin_Lmax = (-6.2,191.6)
    B2H_Lmin_Lmax = (-6.4,196.5)
    B3H_Lmin_Lmax = (-5.0,152.9)
    B4H_Lmin_Lmax = (-5.1,157.4)
    B5H_Lmin_Lmax = (-1.0,31.06)
    B6H_Lmin_Lmax = (3.2,12.65)
    B7H_Lmin_Lmax = (-0.35,10.80)
    B8H_Lmin_Lmax = (-4.7,158.3)
END_GROUP = SCALING_PARAMETERS_HIGH
END_GROUP = SCALING_PARAMETERS
```

Приборы TM, ETM+ периодически перенастраиваются, поэтому определенному периоду времени соответствует свой набор параметров и, соответственно, свой файл CPF. После того, как вы определите дату съемки своего изображения, нужно выбрать соответствующий файл CPF и найти в нем нужные параметры.

**Настройки получаемые вместе с данными через GLCF (met-файлы), как правило, совпадают с официальными данными.*

Определение режима съемки (gain)

Если вы используете параметры из файла CPF, то перед вами встанет вопрос, какие параметры использовать,

для режима Low Gain или High Gain (подробнее о режимах съемки). Определить в каком режиме была произведена съемка можно используя метаданные поставляемые вместе со съемкой, в метафайле GLCF этот пункт выглядит вот так:

```
GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND1 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND2 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND3 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND4 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND5 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND61 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND62 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND7 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND8 = "CPF"
CORRECTION_METHOD_BIAS = "IC"
BAND1_GAIN = "H"
BAND2_GAIN = "H"
BAND3_GAIN = "H"
BAND4_GAIN = "L"
BAND5_GAIN = "H"
BAND6_GAIN1 = "L"
BAND6_GAIN2 = "H"
BAND7_GAIN = "H"
BAND8_GAIN = "L"
```

Применение полученных параметров

Получив параметры и используя приведенную выше формулу можно достаточно легко пересчитать имеющиеся данные Landsat, расчет производится для каждого канала отдельно.

При пересчете следует учитывать следующие особенности:

- Если система обработки Landsat - NLAPS (USGS, Eros Data Center) то значение $Q_{min} = 0$, если ECS, то $Q_{calmin} = 1$. Определить систему обработки NLAPS можно по наличию файла *.h1 в поставке данных, в этом же файле хранятся параметры пересчета;
- Для данных TM (Landsat5) $Q_{calmin} = 0$; Соответственно формула пересчета выглядит так:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{max\lambda} - L_{min\lambda}}{Q_{calmax}} \cdot Q_{cal} + L_{min\lambda}$$

- Набор параметров для пересчета данных TM (Landsat-5) можно взять из этой таблицы, нужно обратить внимание, что в зависимости от даты съемки — коэффициенты разные ([источник](#)):

Дата съемки 01.03.1984 - 04.05.2003 с 05.05.2003

Канал	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}
1	-1.52	152.10	-1.52	193.0
2	-2.84	296.81	-2.84	365.0
3	-1.17	204.30	-1.17	264.0
4	-1.51	206.20	-1.51	221.0
5	-0.37	27.19	-0.37	30.2
6	1.2378	15.303	1.2378	15.303
7	-0.15	14.38	-0.15	16.5

Обычно, следующим шагом после пересчета DN в количество приходящего на сенсор излучения является пересчет полученных значений в абсолютные безразмерные значения отражения (reflectance), которые характеризуют отношение количества поступившего на объект света и количества света им отраженного. Такие данные удобны тем, что они не зависят от времени и сезона съемки, влияния атмосферы и зависят только от самого объекта. О том, как пересчитать излучение на сенсоре в отражение читайте в следующих заметках.

Пользователи ERDAS IMAGINE 8.x могут воспользоваться этим [файлом модели](#), который легко переделать для других данных. Для выполнения файла, выберите Modeler\Model Librarian...\Run. Результатом работы программы являются пересчитанные значения излучения на сенсоре, формат файлов — float (числа с дробной частью) поэтому размер занимаемый ими на диске значительно больше исходных.

Значительно облегчить процесс пересчета (особенно если сцен много) можно используя ERDAS IMAGINE и специальный генератор MDL-файлов, разработанный специально для этой задачи.

Описание и саму программу можно взять здесь (в разработке).

Ссылки по теме

- [Gyanesh Chander, Brian Markham. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges](#)
- [Landsat Science Data Users Handbook. Data Products](#)

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 14

Последнее обновление: 2014-05-15 01:11

Дата создания: 07.10.2004

Автор(ы): [Анна Костикова](#)