

## Ραδιομετρική /Ατμοσφαιρική διόρθωση: Grass

Η μετατροπή των ψηφιακών τιμών σε ακτινοβολίες ή ανακλάσεις είναι αναγκαία έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν υπολογισμοί με δορυφορικές εικόνες ή να συγκριθούν οι τιμές μεταξύ των διαφόρων αισθητήρων.

Η ατμοσφαιρική διόρθωση με το Grass διεξάγεται σε 2 στάδια:

### 1) ΡΑΔΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ - ΤΟΑ

#### 1.1 Εισαγωγή

Μετασχηματισμός των ψηφιακών τιμών (DNs values) της δορυφορικής εικόνας σε ακτινοβολία στην κορυφή της ατμόσφαιρας (Top-Of-Atmosphere radiance) ή ανακλαστικότητα (Top-Of-Atmosphere reflectance).

Απαιτούνται: Η ημερομηνία παραγωγής, η ημερομηνία λήψης και η ηλιακή ανύψωση (sun elevation).

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή των ψηφιακών τιμών της εικόνας σε ακτινοβολία στην κορυφή της ατμόσφαιρας είναι η ακόλουθη:

$$L_{\lambda} = \left( \frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda}$$

Η από τη σχέση

$$L_{\lambda} = G_{rescale} \times Q_{cal} + B_{rescale}$$

Όπου:

- $L_{\lambda}$ : Η ακτινοβολία που καταγράφεται σε κάθε φασματικό κανάλι του δορυφόρου [ $W/(m^2 sr \mu m)$ ].
- $Q_{cal}$ : Η κανονικοποιημένη ψηφιακή τιμή του pixel.
- $Q_{calmin}$ : Η ελάχιστη κανονικοποιημένη ψηφιακή τιμή του pixel που αντιστοιχεί στην ακτινοβολία  $LMIN_{\lambda}$ .
- $Q_{calmax}$ : Η μέγιστη κανονικοποιημένη ψηφιακή τιμή του pixel που αντιστοιχεί στην ακτινοβολία  $LMAX_{\lambda}$ .
- $LMIN_{\lambda}$ : Η ελάχιστη φασματική ακτινοβολία που φτάνει στον αισθητήρα και αντιστοιχεί στην τιμή  $Q_{calmin}$  [ $W/(m^2 sr \mu m)$ ].
- $LMAX_{\lambda}$ : Η μέγιστη φασματική ακτινοβολία που φτάνει στον αισθητήρα και αντιστοιχεί στην τιμή  $Q_{calmax}$  [ $W/(m^2 sr \mu m)$ ].
- $G_{rescale}$  : Συντελεστής ενίσχυσης (gain) για κάθε φασματικό κανάλι [ $(W/(m^2 sr \mu m))/ψηφιακή\ τιμή$ ].
- $B_{rescale}$  : Συντελεστής μετατόπισης (offset) για κάθε φασματικό κανάλι [ $W/(m^2 sr \mu m)$ ].

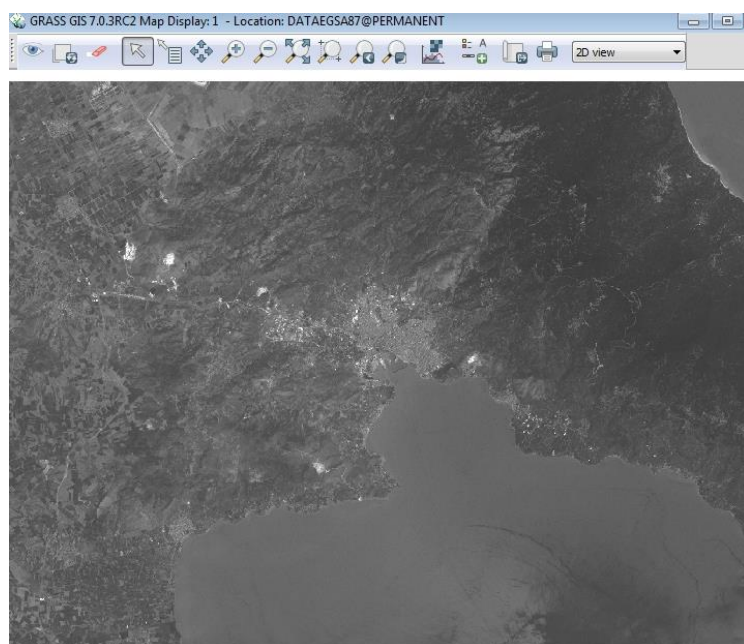
Οι τιμές των συντελεστών gain και offset δίνονται από τον κατασκευαστή του δέκτη καταγραφής των δεδομένων. Τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να διαβαστούν από αρχείο μεταδεδομένων (.met ή MLT.txt).

## 1.2 Ραδιομετρική διόρθωση της δορυφορικής εικόνας Landsat ETM+7

### 1.2.1 Ραδιομετρική διόρθωση με χρήση του Map Calculator

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται διόρθωση στο κανάλι 1, δορυφορικής εικόνας του θεματικού χαρτογράφου του Landsat 5. Η διαδικασία εκτελείται ξεχωριστά για καθένα από τα κανάλια 1-4 του Landsat TM.

Το κανάλι 1 του Landsat TM



#### Α) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (top of Atmosphere) ΣΕ ΚΑΘΕ ΕΙΚΟΝΑ

Αφού γίνει η εισαγωγή της δορυφορικής εικόνας στο λογισμικό Grass Gis 7, πραγματοποιείται το πρώτο στάδιο της διαδικασίας της ατμοσφαιρικής διόρθωσης, δηλαδή η μετατροπή των ψηφιακών τιμών σε ακτινοβολία στην κορυφή της ατμόσφαιρας.

$$L_{\lambda} = \left( \frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda}$$

**Για το κανάλι 1**

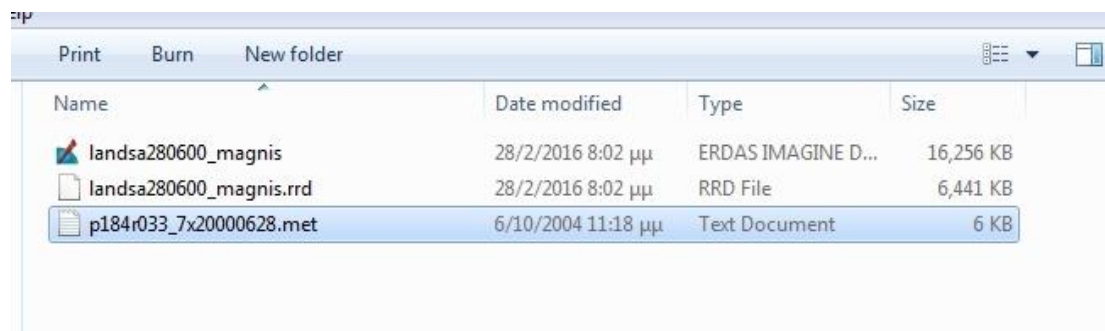
$LMAX\_BAND1 = 191.600$

$LMIN\_BAND1 = -6.200$

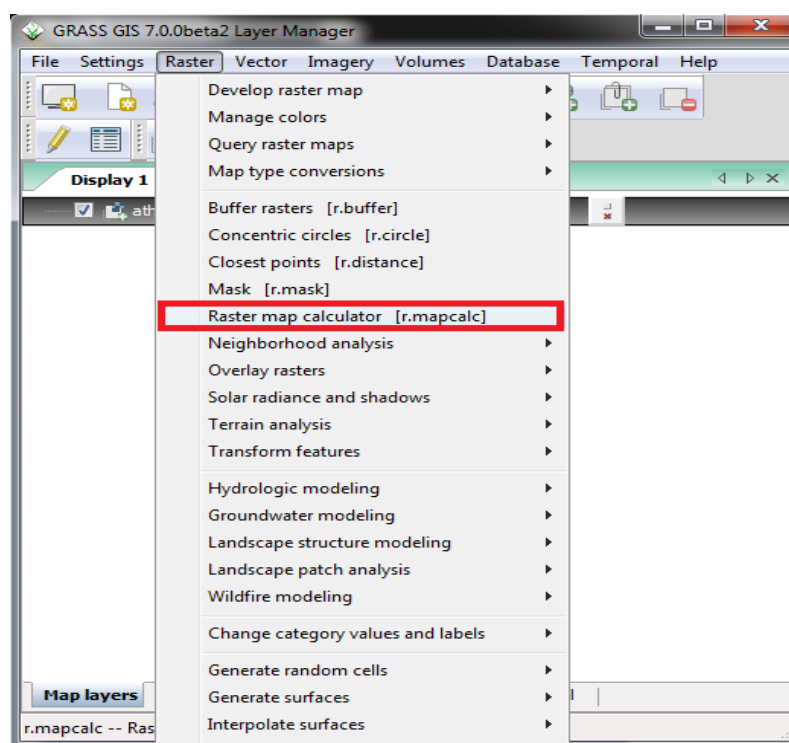
$QCALMAX\_BAND1 = 255.0$

$QCALMIN\_BAND1 = 1.0$

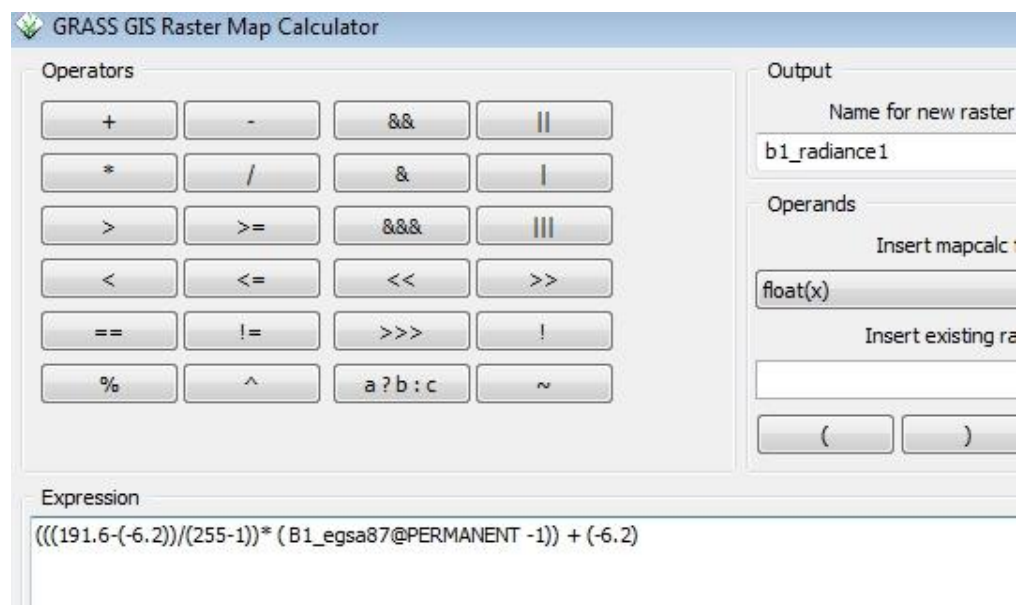
Τα δεδομένα της παραπάνω εξίσωσης υπάρχουν στο αρχείο metadata “p184r033\_7.....met”



Εκτελείται η εξίσωση με το Raster Calculator “**r.mapcalc**” . Βήματα εκτέλεσης της εντολής “**r.mapcalc**”.



Το παράθυρο που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση της εντολής.



Κάνουμε το ίδιο για τα κανάλια 2-4.

Πχ. Για το κανάλι 4 :

$$LMAX\_BAND4 = 241.100$$

$$LMIN\_BAND4 = -5.100$$

$$(((241.1 - (-5.1))/(255-1))*(B4_egsa87@PERMANENT -1)) + (-5.1)$$

## **B) ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΡΑΔΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΕ ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ**

Απαιτείται η γωνία – αζιμούθιο του ήλιου σε σχέση με το δορυφόρο (υπάρχει στα μεταδεδομένα). Για τη μετατροπή από τιμές ακτινοβολίας σε τιμές ανάκλασης (reflectance) TOA χρησιμοποιείται η εξίσωση:

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi * L_{\lambda} * d^2}{ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s}$$

$\rho_{\lambda}$  = Unitless planetary reflectance, which is “the ratio of reflected versus total power energy” (NASA, 2011, p. 47).

$L_{\lambda}$  = Spectral radiance at the sensor’s aperture (at-satellite radiance).

$d$  = Earth-Sun distance in astronomical units (28/6/2000 είναι DOY=209 αρα 1.0154413).

$ESUN_{\lambda}$  = Mean solar exo-atmospheric irradiances.

$\theta_s$  = Solar zenith angle in degrees, which is equal to  $\theta_s = 90^{\circ} - \theta_e$  where  $\theta_e$  is the Sun elevation

Για τις τιμές  $ESUN$  [ $W / (m^2 * \mu m)$ ] των Landsat βλέπε στον πίνακα που ακολουθεί:

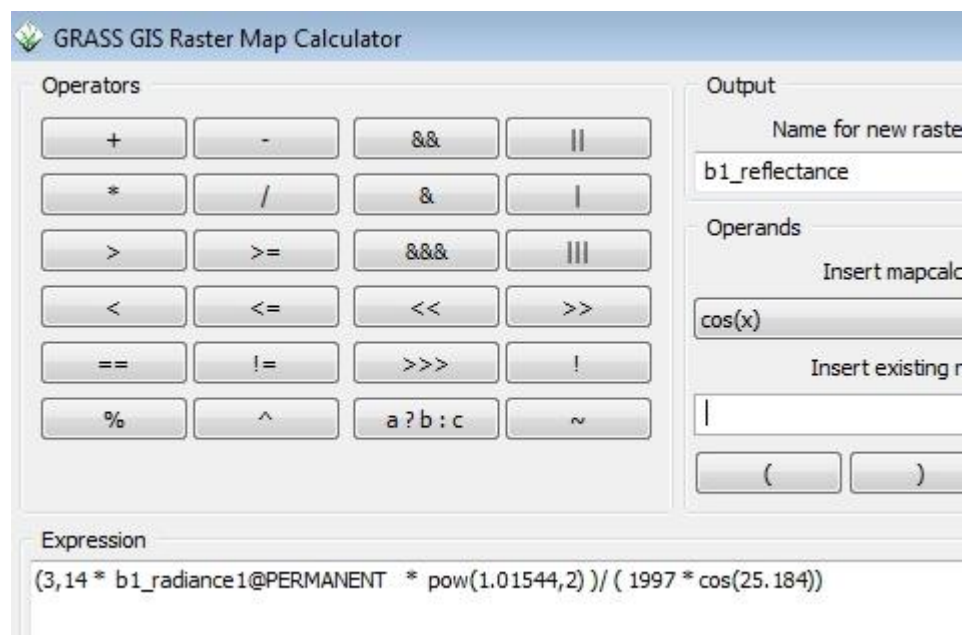
Band	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 7
1	1957	1983	1997
2	1825	1769	1812
3	1557	1536	1533
4	1033	1031	1039
5	214.9	220	230.8
7	80.72	83.44	84.90

**Για περισσότερες πληροφορίες στο εγχειρίδιο της NASA:**

[http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data\\_prod/prog\\_sect11\\_3.htm](http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.htm)

Βάσει των μεταδεδομένων μετατρέπουμε κάθε κανάλι σε τιμές ανάκλασης

Παρακάτω είναι το κανάλι 1



**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Η μετατροπή από ραδιομετρικές τιμές σε τιμές ανάκλασης αφορά τα κανάλια 1-5,7. Για το θερμικό κανάλι πρέπει να εφαρμοστούν άλλοι τύποι μετατροπής από τιμές ακτινοβολίας σε θερμοκρασία (κανάλι 6 για L4-5,7).

### ΠΡΟΣΟΧΗ ΓΙΑ LANDSAT TM 5

Π.χ Landsat TM5 πρέπει να δούμε το αρχείο βαθμονόμησης. Έστω η εικόνα LT5184032008420850\_WO.txt

Έχουμε το gain και το offset :

RADIOMETRIC CORRECTION

Algorithm: NASA CPF

Band	Ref   Detector	DN to Radiance gain	Radiance offset	Default Abs Calib?	Average Gain Coeff.
1	15	0.668706	-1.520000	FALSE	1.484800
2	10	1.317020	-2.840000	FALSE	0.750500
3	2	1.039880	-1.170000	FALSE	0.979800
4	1	0.872588	-1.510000	TRUE	0.000000
5	2	0.119882	-0.370000	FALSE	7.956300
6	4	0.055158	1.237800	TRUE	0.000000
7	15	0.065294	-0.150000	FALSE	14.562100

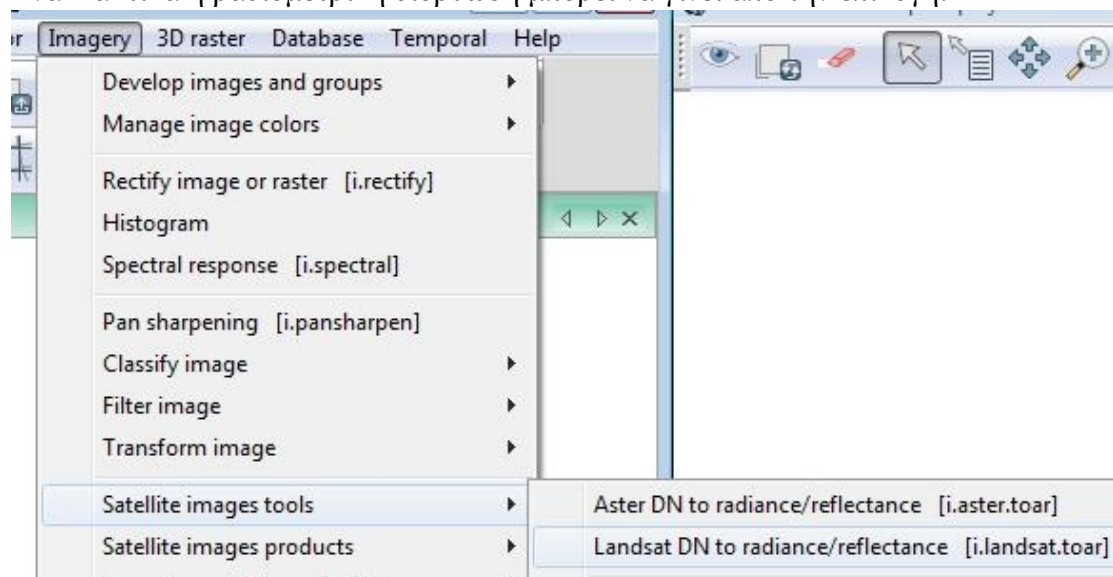
Για το κανάλι 1 έχουμε ραδιομετρικές τομές top of Atmosphere

$$L_{\lambda} = \text{gain} * \text{DN} + \text{bias} = 0.668706 \times \text{DN} + (-1.52) \text{ ή}$$

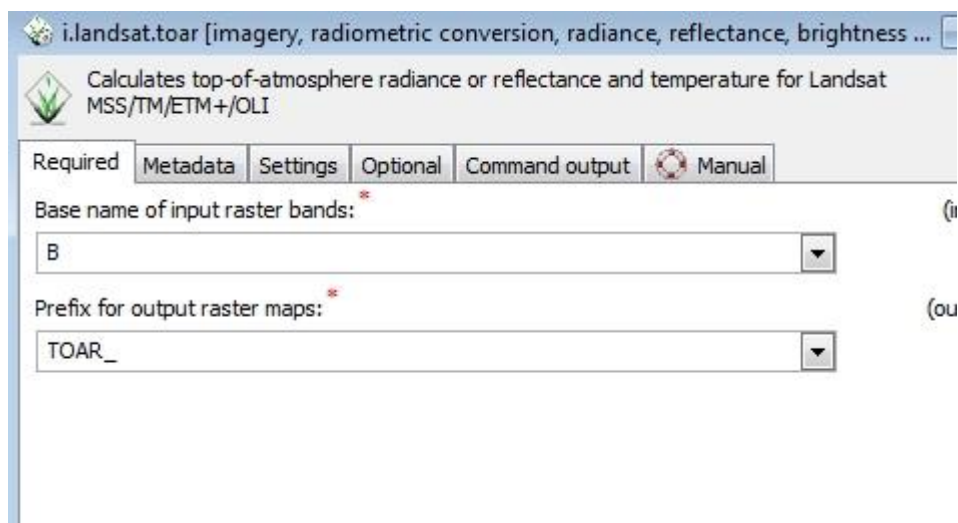
$$L_{\lambda} = G_{\text{rescale}} \times Q_{\text{cal}} + B_{\text{rescale}} = 0.668707 \times Q_{\text{cal}} + (-1.52)$$

## 1.2.2 Ραδιομετρική Διόρθωση με το μενού TOAR

Εναλλακτικά η ραδιομετρική διόρθωση μπορεί να γίνει από την επιλογή:

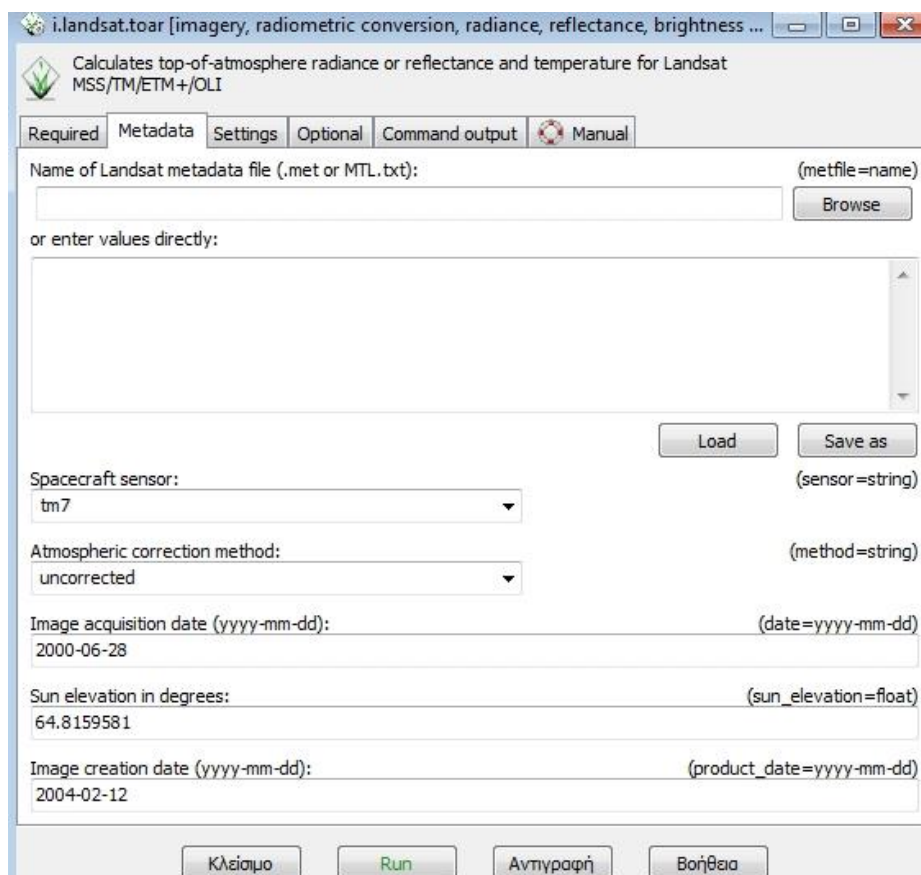


Αρχικά βάζουμε το όνομα εκτός από τον τελευταίο αριθμό. Στο prefix βάζουμε “TOA\_”. Τα αρχεία που θα δημιουργηθούν θα είναι toa\_1 , toa\_2 κλπ.



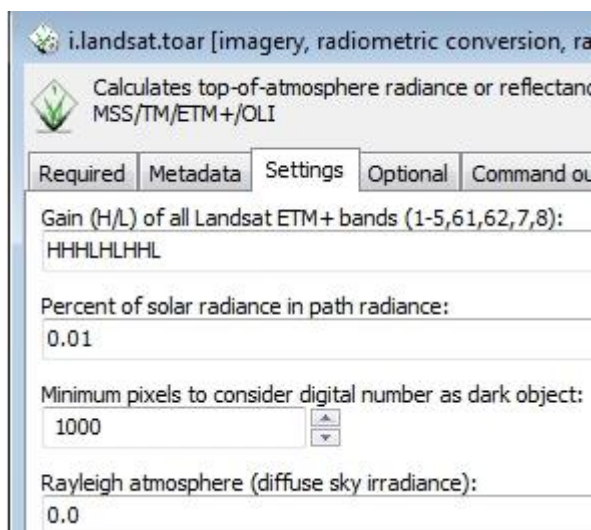
Καρτέλα : METADATA

Εδώ δεν έχουμε met mtl.txt αρχεία για να τα βάλουμε στην αρχή της καρτέλας “Metadata” άρα θα βάλουμε τις τιμές στις επόμενες ενότητες.

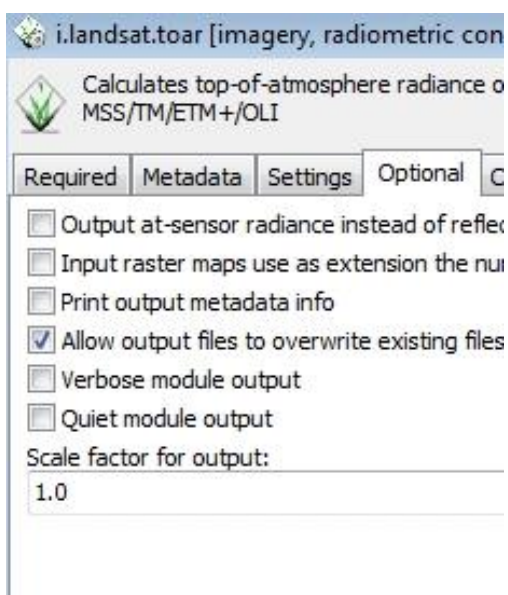




Καρτέλα: Settings. Βάζουμε τα H/L για τον Landsat ETM+7



Στην καρτέλα **“Optional” ΔΕΝ** τσεκάρουμε την πρώτη επιλογή, έτσι έχουμε εικόνες σε reflectance, 0-1 (αντι για Radiance σε  $\text{watt/m}^2 \text{ rad } \mu\text{m.}$ )



**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Οι τιμές στο θερμικό κανάλι υποδηλώνουν θερμοκρασία σε βαθμούς Κέλβιν.



## 2) ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ

Οι ραδιομετρικά διορθωμένες εικόνες TOA reflectance στον δορυφόρο στη συνέχεια θα διορθωθούν και από τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις. Άρα θα έχουμε την ανάκλαση από την επιφάνεια τους εδάφους. Επίσης ονομάζεται top of canopy reflectance

Επιλογή imagery- Satellite image tools – Atmospheric correction i.atcorr

Για αναλυτικές πληροφορίες από το manual του GRASS-GIS: <file:///D:/PROGRAMS/Grass703/GRASSGIS703/docs/html/i.atcorr.html>

Το μοντέλο που χρησιμοποιεί το GRASS ονομάζεται 6S : *Second Simulation of Satellite Signal in the Solar Spectrum*

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα στην καρτέλα **Required** και στο πεδίο “Name of input raster map” εισάγουμε το raster αρχείο με τιμές ανάκλασης που δημιουργήσαμε στο προηγούμενο βήμα. Στην συνέχεια, ζητείται να εισαχθούν οι απαραίτητες παράμετροι για τον αλγόριθμο 6S. Αυτό μπορεί να γίνει είτε εισάγοντας κάποιο έγγραφο κειμένου (.txt) με τις παραμέτρους είτε εισάγοντάς τις τιμές απευθείας στο πλαίσιο που δίνεται.

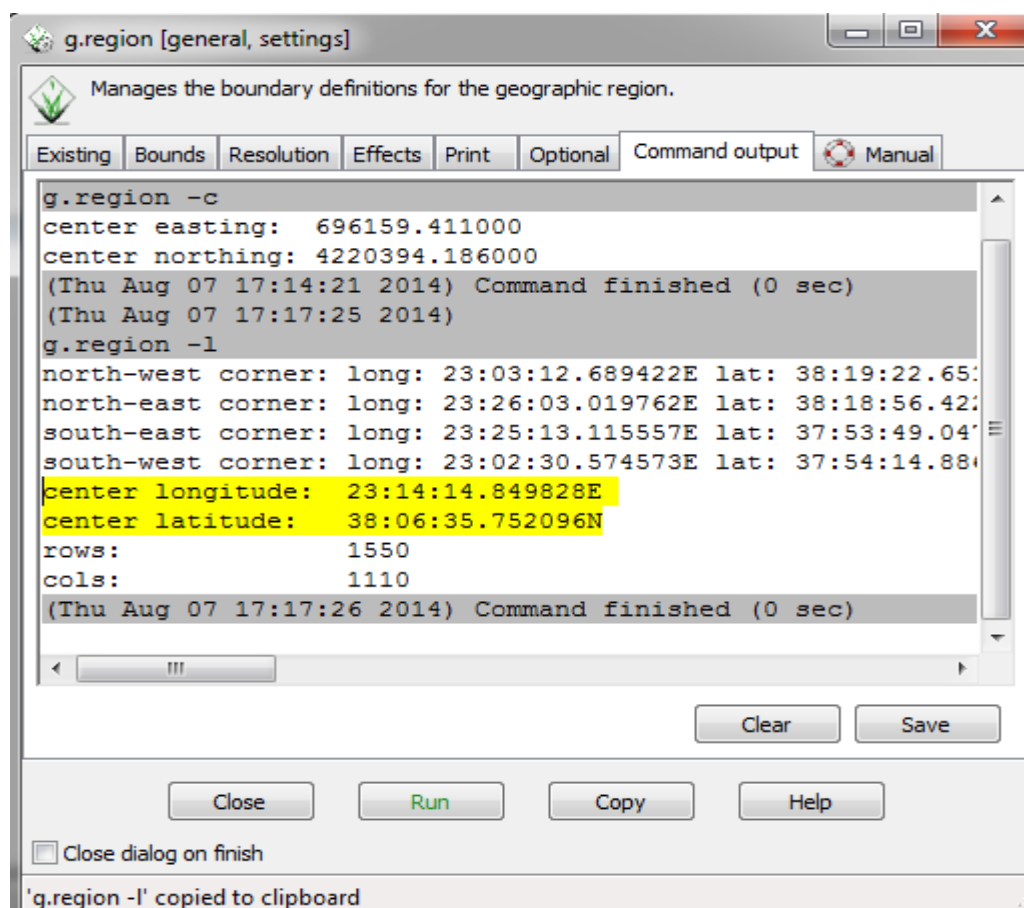
Το κανάλι 2

Required	Input	Output	Optional	Command output	Manual
Name of input raster map: *					
toa_2@vdata					
Name of input text file with 6S parameters: *					
D:\EREYNES\SYNCHRONIZE\ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ\COURSES_PERAKIS\MASTER_E					
or enter values directly:					
7	- geometrical conditions=Landsat ETM 7	1			
6 28 5.7 22.94 39.31	- month day hh.ddd long lat (GMT decim. hou	2)			
2	- atmospheric mode=midlatitude summer	3			
1	-Aerosol model = continental	4			
30	- visibility[km] aerosol optical depth 550nm	5			
-0.2	- mean target elevation above sea level [km]	6			
-1000	- sensor on board a satellite	7			
62	- 2ed band of ETM Landsat 7	8			
Name for output raster map: *					
b2_atcor					

Οι παράμετροι είναι :

- 1) Το είδος του Δορυφόρου: Landsat TM = 7, Landsat ETM+ =8, Landsat 8=18. (Παράρτημα 2, Πίνακας 1)
- 2) Στην γραμμή αυτή εισάγεται ο μήνας, η ημέρα και η ώρα λήψης της εικόνας, καθώς και το γεωγραφικό πλάτος και μήκος του κέντρου της εικόνας. Με βάση το αρχείο των μεταδεδομένων, η λήψη της εικόνας πραγματοποιήθηκε στις **12/10/2003**, 08:42. Ωστόσο η ώρα πρέπει να μετασχηματιστεί σε δεκαδικές ώρες στο μέσο χρόνο (Greenwich Mean Time - GMT) και επομένως εισάγεται ως **5.70<sup>1</sup>**.

Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος μπορούν να υπολογιστούν με την εξής εντολή του Grass: “**g.region -l**”. Όπως έχει προαναφερθεί το πλάτος πρέπει να είναι >0 για το βόρειο ημισφαίριο και το μήκος πρέπει να >0 για το ανατολικό ημισφαίριο. Έτσι λοιπόν και οι δύο τιμές εισάγονται θετικές σε μοίρες.



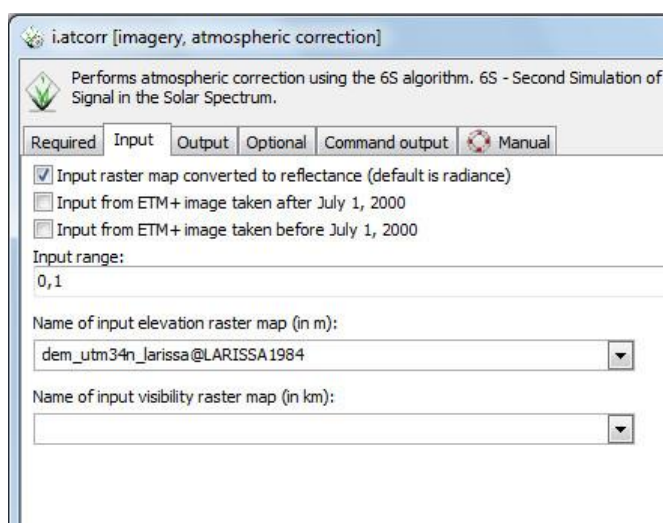
<sup>1</sup> Για την περιοχή λήψης της εικόνας ισχύει GMT+3, και επομένως από 8:42 έχουμε 5:42. Τα 42 λεπτά αντιστοιχούν σε 0,7 ώρες (42/60). Άρα η ώρα γράφεται ως εξής: 5.70.

- 3) Το ατμοσφαιρικό μοντέλο ορίζεται το “midlatitude summer” που αντιστοιχεί στην τιμή 2 σύμφωνα με τον **Πίνακα 2**. Το ατμοσφαιρικό μοντέλο επιλέγεται με βάση το γεωγραφικό πλάτος και τη χρονική στιγμή λήψης της εικόνας.
- 4) Το μοντέλο των αερολυμάτων θεωρούμε ότι είναι ηπειρωτικό (continental) =1 και έτσι αναγράφεται η τιμή με βάση τον **Πίνακα 3**.
- 5) Εισάγεται η τιμή της ορατότητα (πχ. 30 KM). Στην περίπτωση που υπάρχουν στοιχεία για το οπτικό πάχος του αεροζόλ, εισάγεται 0 για την ορατότητα και στην επόμενη γραμμή εισάγεται το οπτικό βάθος του αεροζόλ για 550nm. Το οπτικό πάχος των αεροζόλ υπολογίστηκε με βάση τα δεδομένα του AERONET (Aerosol Robotic Network) που μετρήθηκαν από επίγειο ηλιακό φωτόμετρο εγκατεστημένο στο Εθνικό Αστεροσκοπείο. Ο συγκεκριμένος σταθμός επιλέχθηκε καθώς είναι ο κοντινότερος στην περιοχή μελέτης.
- 6) Για να υπολογιστεί το μέσο υψόμετρο εκτελείται η εντολή “*r.univar*”, όπου στην προκειμένη περίπτωση είναι 0,2 km. Η τιμή εισάγεται με αρνητικό πρόσημο.
- 7) Στην παράμετρο αυτή επιλέγεται η τιμή -1000, καθώς ο αισθητήρας βρίσκεται πάνω σε δορυφόρο.
- 8) Επιλέγεται η τιμή 64, σύμφωνα με τον **Πίνακα 4**, καθώς χρησιμοποιούμε π.χ. το κανάλι 4 του Landsat TM7

Μετά τον προσδιορισμό των παραμέτρων αναγράφεται το όνομα του αρχείου που πρόκειται να δημιουργηθεί (στην προκειμένη περίπτωση “actor\_1”). Στην καρτέλα

Στην καρτέλα Input τσεκάρουμε την 1<sup>η</sup> επιλογή reflectance και βάζουμε range 0-1 καθώς και το DEM

**Input** και στο πεδίο “*Name of input elevation raster map*” εισάγουμε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους που αντιστοιχεί στην εικόνα.



Τέλος στην καρτέλα output επιλέγουμε range 0-1 (τιμές ανάκλασης)

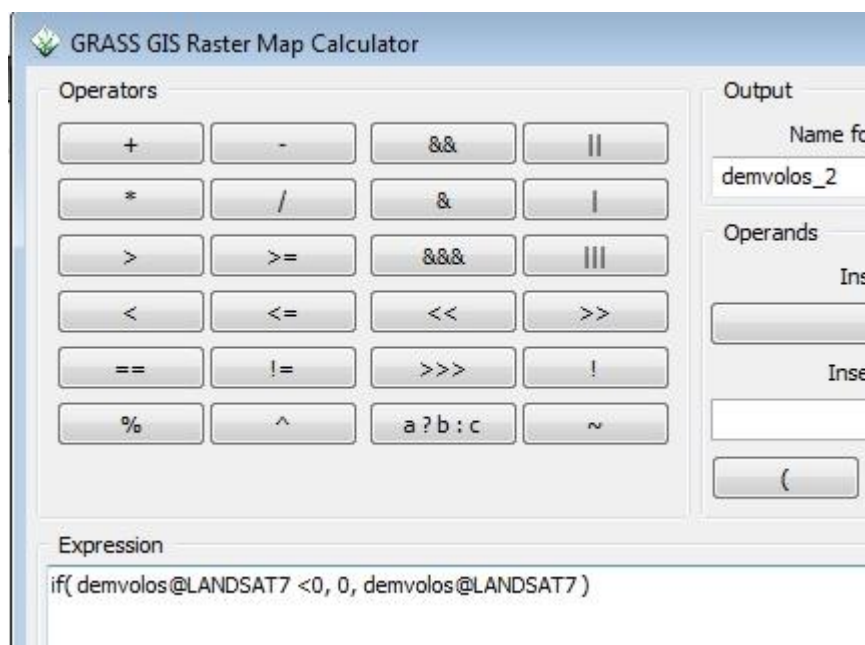
# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## Ι. Παράρτημα

### ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΑΡΧΕΙΟΥ DEM ΑΠΟ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ (-32768)

Σε πολλές περιπτώσεις το SRTM – DEM που υπάρχει έχει αρνητικές τιμές (-32768). Θέλουμε να μετατρέψουμε όλα τα pixels με τιμές μικρότερες από μηδέν σε μηδέν.

Εφαρμόζουμε το “Raster map calculator.” Και την έκφραση “if (raster<0,0,raster)”.



## II. Παράρτημα

Πίνακας 1 : Δέκτες δορυφορικών συστημάτων.

Code	Description	Details
1	<b>meteosat</b> observation	enter month,day,decimal hour (universal time-hh.ddd) n. of column,n. of line. (full scale 5000*2500)
2	<b>goes east</b> observation	enter month,day,decimal hour (universal time-hh.ddd) n. of column,n. of line. (full scale 17000*12000)c
3	<b>goes west</b> observation	enter month,day,decimal hour (universal time-hh.ddd) n. of column,n. of line. (full scale 17000*12000)
4	<b>avhrr</b> (PM noaa)	enter month,day,decimal hour (universal time-hh.ddd) n. of column(1-2048),xlonan,hna give long.(xlonan) and overpass hour (hna) at the ascendant node at equator
5	<b>avhrr</b> (AM noaa)	enter month,day,decimal hour (universal time-hh.ddd) n. of column(1-2048),xlonan,hna give long.(xlonan) and overpass hour (hna) at the ascendant node at equator
6	<b>hrv</b> (spot)	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
7	<b>tm</b> (landsat)	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
8	<b>etm+</b> (landsat7)	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
9	<b>liss</b> (IRS 1C)	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
10	<b>aster</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
11	<b>avnir</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
12	<b>ikonos</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
13	<b>RapidEye</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
14	<b>VGT1 (SPOT4)</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
15	<b>VGT2 (SPOT5)</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
16	<b>WorldView 2</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
17	<b>QuickBird</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *
18	<b>LandSat 8</b>	enter month,day,hh.ddd,long.,lat. *

## Πίνακας 2: Ατμοσφαιρικά μοντέλα του αλγόριθμου 6S

### Ατμοσφαιρικό μοντέλο (*Atmospheric model*)

Ο χρήστης είναι δυνατό να επιλέξει ένα από τα 7 τυποποιημένα μοντέλα ή να καθορίσει ο ίδιος το ατμοσφαιρικό μοντέλο, ορίζοντας παραμέτρους όπως η πίεση και η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, το υψόμετρο, οι υδρατμοί και η πυκνότητα του όζοντος. (Πίνακας 2)

#### B. Atmospheric model

Code	Meaning
0	no gaseous absorption
1	tropical
2	midlatitude summer
3	midlatitude winter
4	subarctic summer
5	subarctic winter
6	us standard 62
7	<p>Define your own atmospheric model as a set of the following 5 parameters per each measurement:</p> <p>altitude [km]                      pressure [mb]                      temperature [k]                      h2o density [g/m3]                      o3 density [g/m3]</p> <p>For example: there is one radiosonde measurement for each altitude of 0-25km at a step of 1km, one measurement for each altitude of 25-50km at a step of 5km, and two single measurements for altitudes 70km and 100km. This makes 34 measurements. In that case, there are 34*5 values to input.</p>
8	<p>Define your own atmospheric model providing values of the water vapor and ozone content:</p> <p>uw [g/cm2]                      uo3 [cm-atm]</p> <p>The profile is taken from us62.</p>

## Πίνακας 3: Μοντέλα αερολυμάτων του αλγόριθμου 6S

### ➤ Μοντέλο αερολυμάτων (*Aerosols model*)

Το μοντέλο των αερολυμάτων θα πρέπει να περιγράφεται από την ποσότητα των διαφόρων τύπων των μορίων και των μεγεθών τους σε όλο το προφίλ. Στον αλγόριθμο 6S υπάρχουν 6 τυποποιημένα μοντέλα για να επιλέξει κανείς (Πίνακας 3), ενώ είναι δυνατό να οριστεί το μοντέλο με 3 άλλους τρόπους:

- Με την εισαγωγή των ποσοστών των συστατικών: τύπου σκόνης, υδατοδιαλυτά, ωκεάνια και αιθάλης
- Ορίζοντας συνάρτηση κατανομής μεγέθους (size distribution function)
- Εισάγοντας τις μετρήσεις από ηλιακό φωτόμετρο.



Code	Meaning	Details
0	no aerosols	
1	continental model	
2	maritime model	
3	urban model	
4	shettle model for background desert aerosol	
5	biomass burning	
6	stratospheric model	
7	define your own model	Enter the volumic percentage of each component: c(1) = volumic % of dust-like c(2) = volumic % of water-soluble c(3) = volumic % of oceanic c(4) = volumic % of soot  All values between 0 and 1.
8	define your own model	Size distribution function: Multimodal Log Normal (up to 4 modes).
9	define your own model	Size distribution function: Modified gamma.
10	define your own model	Size distribution function: Junge Power-Law.
11	define your own model	Sun-photometer measurements, 50 values max, entered as:  r and $dV/d$ (logr)  where r is the radius [micron], V is the volume, $dV/d$ (logr) [ $cm^3/cm^2/micron$ ].  Followed by:  nr and ni for each wavelength  where nr and ni are respectively the real and imaginary part of the refractive index.

#### Πίνακας 4: Κωδικοί των φασματικών καναλιών των δορυφόρων

Code	Meaning
25	tm (landsat5) band 1 (0.430-0.560)
26	tm (landsat5) band 2 (0.500-0.650)
27	tm (landsat5) band 3 (0.580-0.740)
28	tm (landsat5) band 4 (0.730-0.950)
29	tm (landsat5) band 5 (1.5025-1.890)
30	tm (landsat5) band 7 (1.950-2.410)
31	mss (landsat5) band 1 (0.475-0.640)
32	mss (landsat5) band 2 (0.580-0.750)
33	mss (landsat5) band 3 (0.655-0.855)



34	mss (landsat5) band 4 (0.785-1.100)
61	<b>etm+ (landsat7) band 1 (0.435-0.520)</b>
62	etm+ (landsat7) band 2 (0.506-0.621)
63	etm+ (landsat7) band 3 (0.622-0.702)
64	etm+ (landsat7) band 4 (0.751-0.911)
65	etm+ (landsat7) band 5 (1.512-1.792)
66	etm+ (landsat7) band 7 (2.020-2.380)
67	etm+ (landsat7) band 8 (0.504-0.909)
68	<b>liss (IRC 1C) band 2 (0.502-0.620)</b>
69	liss (IRC 1C) band 3 (0.612-0.700)
70	liss (IRC 1C) band 4 (0.752-0.880)
71	liss (IRC 1C) band 5 (1.452-1.760)

91	RapidEye RedEdge band (0.500-0.737)
92	RapidEye NIR band (0.520-0.862)
93	<b>VGT1 (SPOT4)</b> band 0 (0.400-0.500)
94	VGT1 (SPOT4) band 2 (0.580-0.782)
95	VGT1 (SPOT4) band 3 (0.700-1.030)
96	VGT1 (SPOT4) MIR band (1.450-1.800)
97	<b>VGT2 (SPOT5)</b> band 0 (0.400-0.550)
98	VGT2 (SPOT5) band 2 (0.580-0.780)
99	VGT2 (SPOT5) band 3 (0.700-1.000)
100	VGT2 (SPOT5) MIR band (1.450-1.800)
101	WorldView 2 Panchromatic band (0.447-0.808)
102	WorldView 2 Coastal Blue band (0.396-0.458)
103	WorldView 2 Blue band (0.442-0.515)
104	WorldView 2 Green band (0.506-0.586)
105	WorldView 2 Yellow band (0.584-0.632)
106	WorldView 2 Red band (0.624-0.694)
107	WorldView 2 Red Edge band (0.699-0.749)
108	WorldView 2 NIR1 band (0.765-0.901)
109	WorldView 2 NIR2 band (0.856-0.1043)
110	<b>QuickBird</b> Panchromatic band (0.405-1.053)
111	QuickBird Blue band (0.430-0.545)
112	QuickBird Green band (0.466-0.620)
113	QuickBird Red band (0.590-0.710)
114	QuickBird NIR1 band (0.715-0.918)
115	<b>Landsat 8</b> Coastal Aerosol Band (0.427nm - 0.459nm)
116	Landsat 8 Blue Band (436nm - 527nm)
117	Landsat 8 Green Band (512nm-610nm)
118	Landsat 8 Red Band (625nm-691nm)
119	Landsat 8 Panchromatic Band (488nm-692nm)
120	Landsat 8 NIR Band (829nm-900nm)
121	Landsat 8 Cirrus Band (1340nm-1409nm)
122	Landsat 8 SWIR1 Band (1515nm - 1697nm)
123	Landsat 8 SWIR2 Band (2037nm - 2355nm)