Анализ данных IRIS: особенности получения и использования

Садыков В.М. (NJIT)

План доклада

- Общие сведения об IRIS
- Представление и обработка данных IRIS в SSW IDL
- Примеры анализа данных IRIS

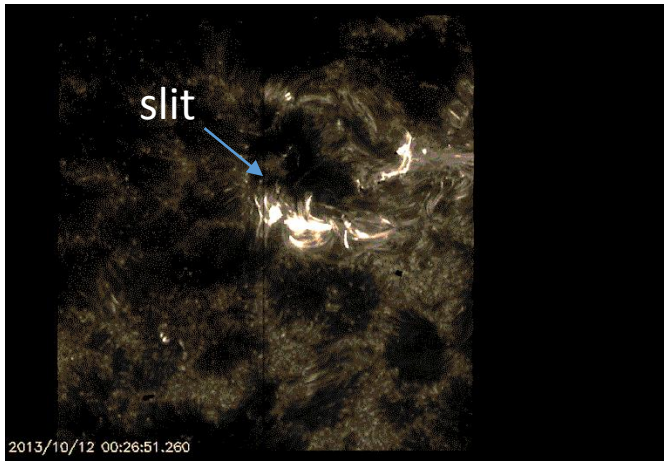
Телескоп NASA IRIS (Interface Region Imaging Spectrograph)

Запущен 27 июня 2013

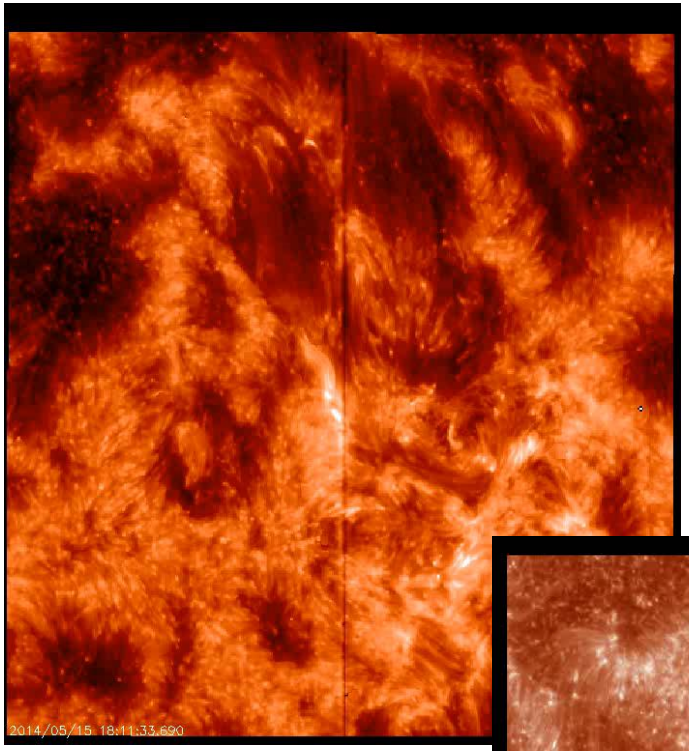
- Основная особенность – одновременное получение спектров и изображений фотосферы, хромосферы, переходной зоны и короны
- Пространственное разрешение прибора **0.33-0.4** угловые секунды, временное **~2** секунды, спектральное **26-53** мА
- Спектры в диапазонах 1332-1358A, 1389-1407A and 2783-2834A (покрывающие яркие линии Mg II h 2803A и Mg II k 2796A, C II 1334/1335A и Si IV 1394/1403A)
- Изображения в четырех фильтрах (C II 1330, Si IV 1400, Mg II k 2796, и крыло Mg II 2830A). Полосы пропускания 4A для MgII и 55A для CII и SiIV.
- Работа в режимах “dense raster mode”, “coarse raster mode” или “sit-and-stare mode”
- Данные доступны на вебсайте http://iris.lmsal.com/

(The Interface Region Imaging Spectrograph (IRIS), De Pontieu, B., et al, Solar Physics, Vol.289, 2014)

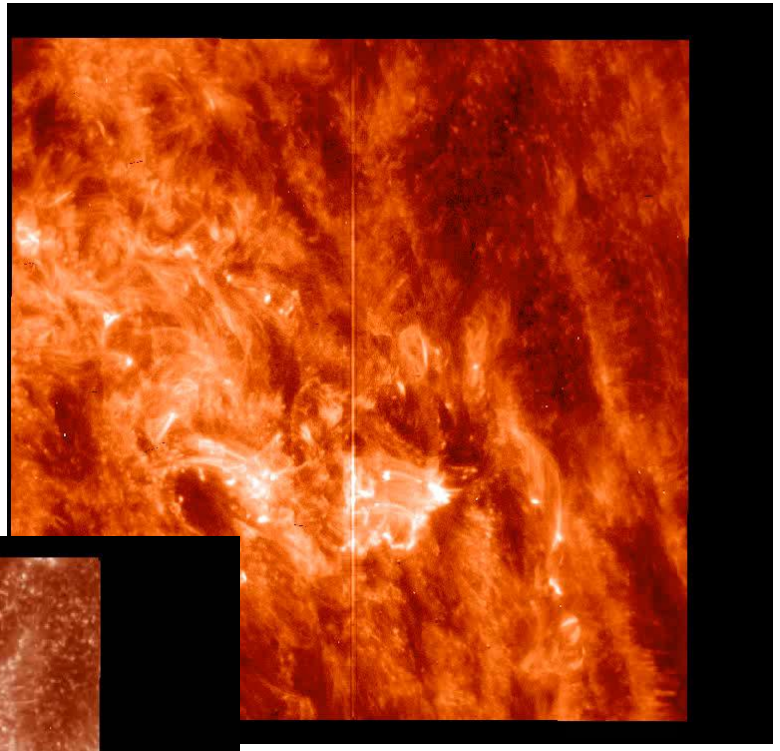
*(Специальный выпуск Science “*Eyeing the Sun*” от 17 октября 2014)*



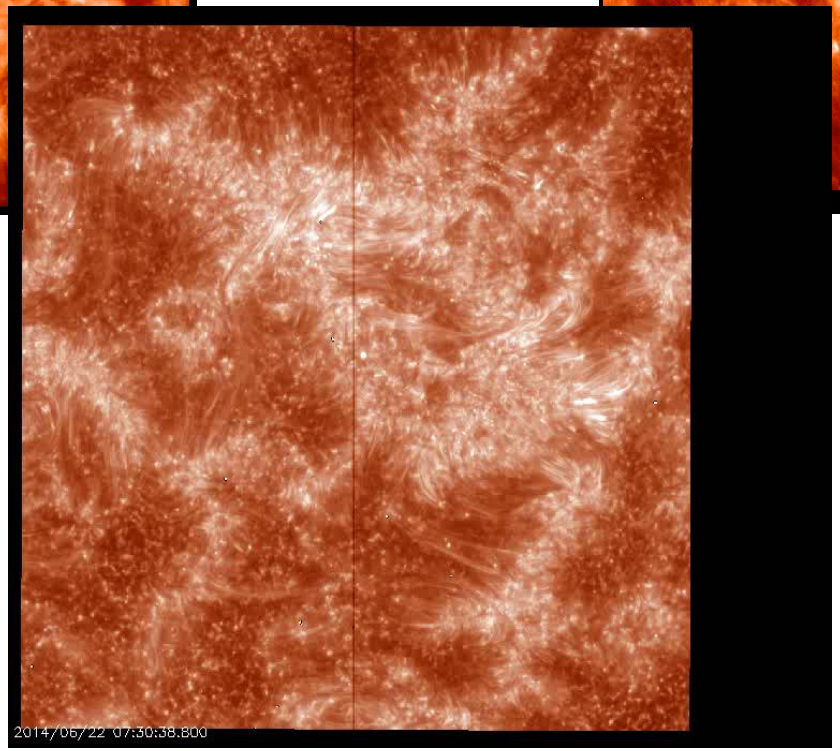
Различные режимы IRIS



“Sit-and-Stare” mode



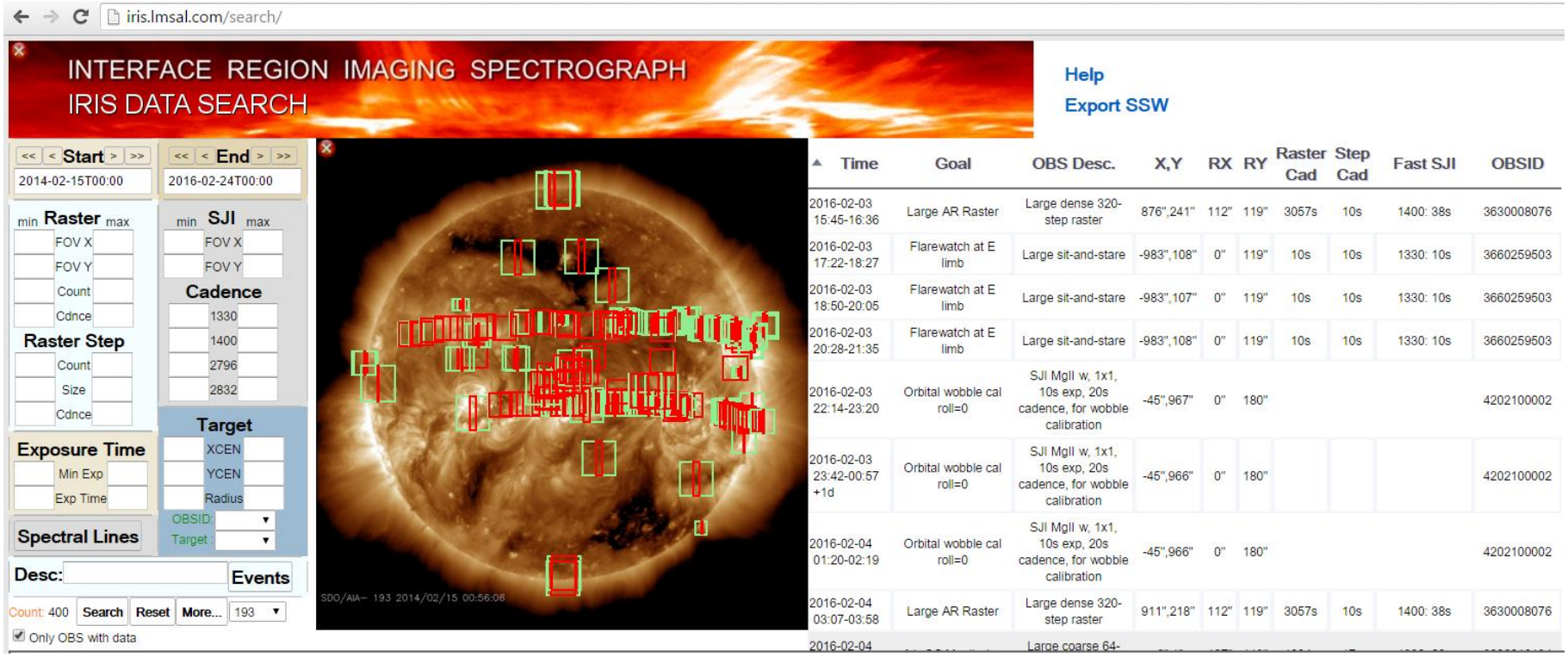
“Coarse raster” mode



“Dense raster” mode

Поиск данных IRIS

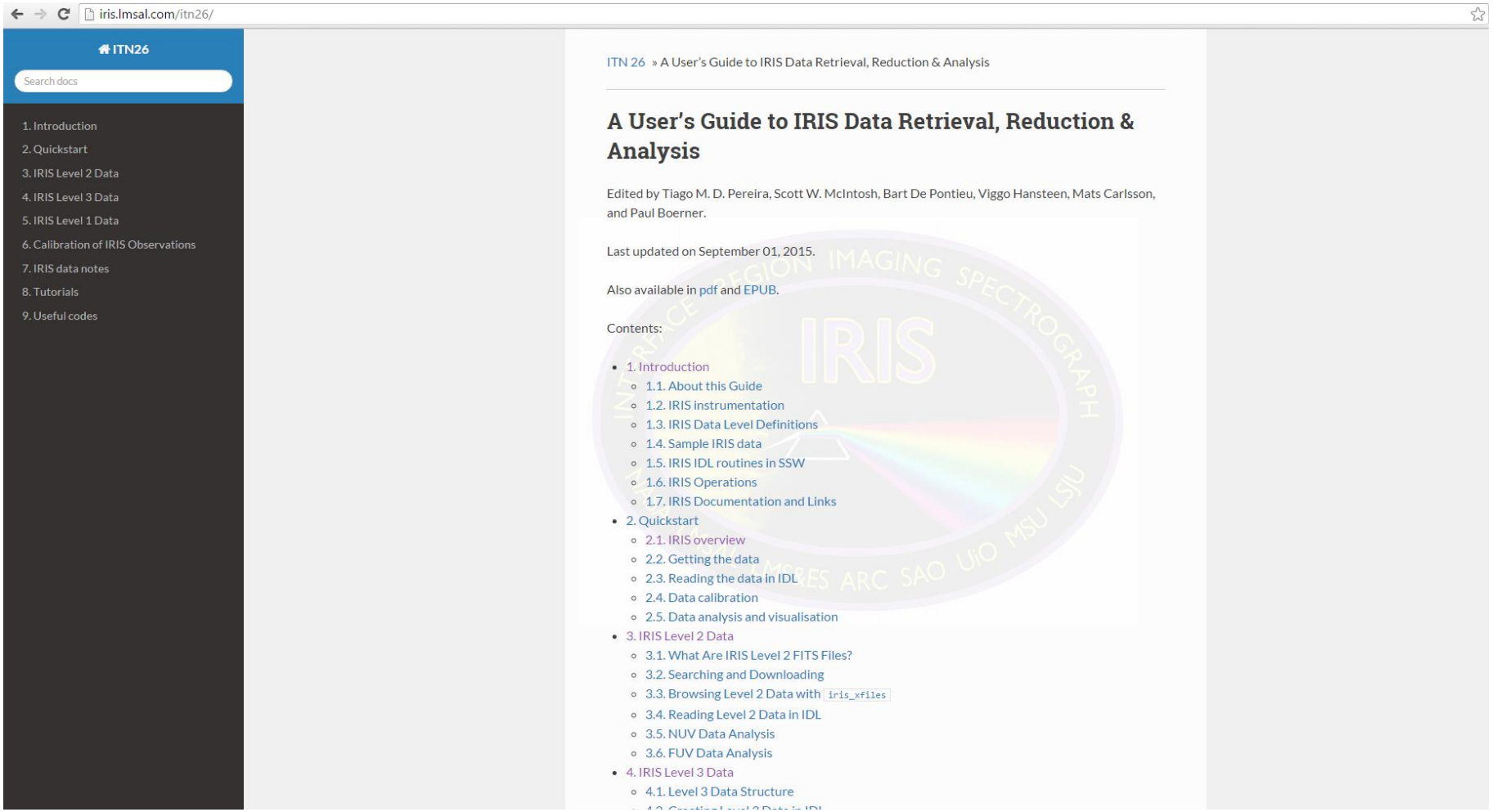
IRIS (http://iris.lmsal.com/), IRIS Search (http://iris.lmsal.com/search/)



Сейчас доступны данные для 19 февраля 2016

Обработка данных IRIS

User Guide to data analysis (http://iris.lmsal.com/analysis.html)



Калибровка длин волн

User Guide to data analysis (http://iris.lmsal.com/analysis.html)

“However, in some cases it may be necessary to apply further corrections. The O I 1355.5977 Å line is the recommended reference for the FUV, and the Ni I 2799.474 Å for the NUV”

Orbital velocity & thermal drift correction (based on fitting the Ni I 2799.474 line and anti-correlation between NUV and FUV windows):
iris_orbitvar_corr_l2.pro – input is one filename (from July 11, 2014, *_old.pro before)
iris_orbitvar_corr_l2s.pro – input is a string array

Калибровка интенсивности

Что делать, если необходимо перевести единицы интенсивности IRIS в физические единицы?

iresp = iris_get_response(time, version='003'); time – в одном из форматов anytime

```
IDL> help, iresp, /str
DATE_OBS        STRING    ''
LAMBDA          FLOAT     Array[3601]
AREA_SG         FLOAT     Array[3601, 2]
NAME_SG         STRING    Array[2]
DN2PHOT_SG      FLOAT     Array[2]
AREA_SJI        FLOAT     Array[3601, 4]
NAME_SJI        STRING    Array[4]
DN2PHOT_SJI     FLOAT     Array[4]
COMMENT         STRING    ''
VERSION         STRING    '003'
VERSION_DATE    STRING    '20150331'
```

where `AREA_SG` and `AREA_SJI` are the effective areas (in cm^{-2}) as a function of wavelength (`LAMBDA`) respectively for the spectrograph and slit-jaw camera. The `DN2PHOT` tags give the conversion from DN counts to photons.

Note

With versions other than `003` the `DN2PHOT` tags are not present.

To convert the spectral units from DN to flux one must do the following:

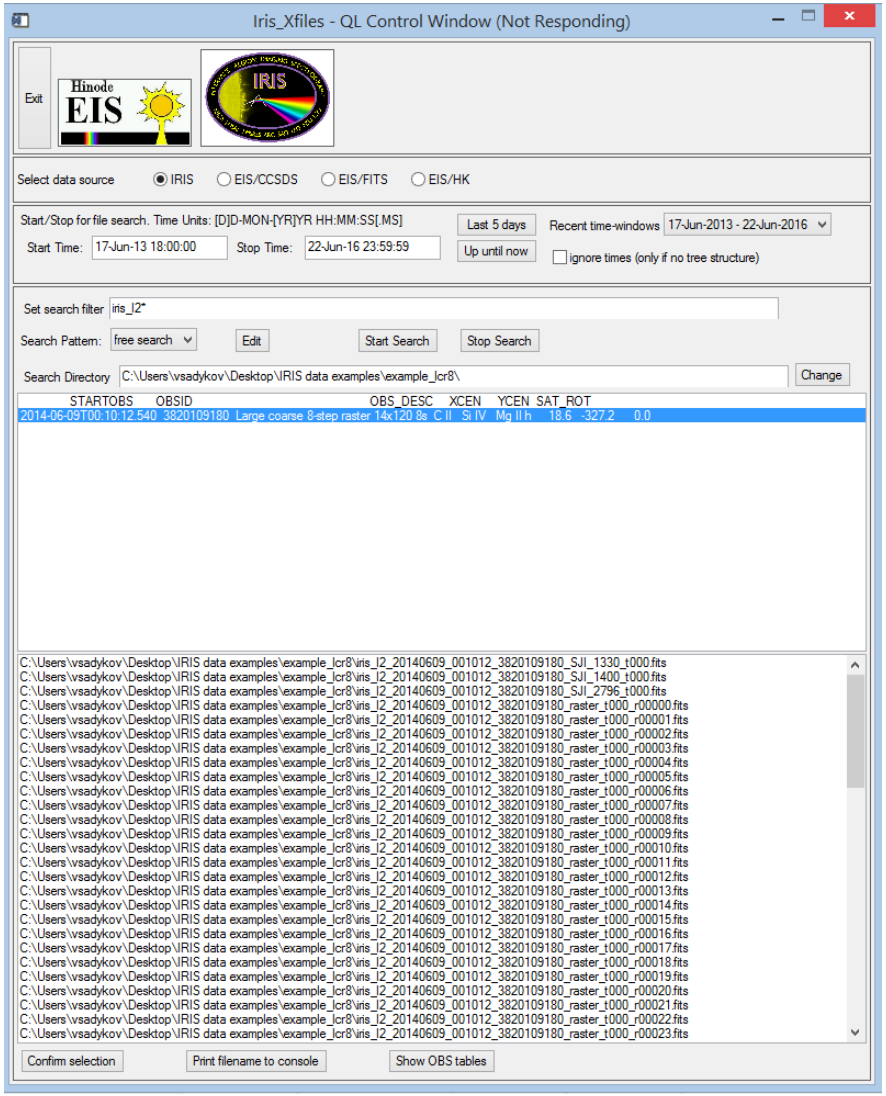
$$\mathrm{Flux}(\mathrm{erg\,s^{-1}\,cm^{-2}\AA^{-1}\,sr^{-1}}) = \mathrm{Flux}(\mathrm{DN})\frac{E_\lambda \cdot \mathrm{DN2PHOT\_SG}}{A_{\mathrm{eff}} \cdot \mathrm{Pix}_{xy} \cdot \mathrm{Pix}_\lambda \cdot t_{\mathrm{exp}} \cdot W_{\mathrm{slit}}},$$

where $E_\lambda \equiv h \cdot c/\lambda$ is the photon energy (in erg), $\mathrm{DN2PHOT\_SG}$ is the number of photons per DN (get from `iris_get_response`), A_{eff} is the effective area (in cm^{-2}), Pix_{xy} is the size of the spatial pixels in radians (e.g. multiply the spatial binning factor by $\pi/(180 \cdot 3600 \cdot 6)$), Pix_λ is the size of the spectral pixels in Å, t_{exp} is the exposure time in seconds and W_{slit} is the slit width in radians ($W_{\mathrm{slit}} \equiv \pi/(180 \cdot 3600 \cdot 3)$).

A detailed discussion of the radiometric calibration steps for IRIS and how to use them on data can be found in IRIS Technical Note 24.

IRIS_Xfiles and CRISPEX

Command: iris_xfiles



Note

These two Level 3 files are arranged differently but contain the same information. The `im` fits file is arranged by (X, Y, lambda, t) while the `sp` file, that is used by CRISPEX in the next section, is ordered (lambda, t, X, Y).

Процедуры IDL:

```
CD, 'C:\Users\vsadykov\Desktop\IRIS data examples'

t0 = '18:50:00 10-nov-2014'
t1 = '19:00:00 10-nov-2014'
files = iris_time2files(t0, t1, level=2, drms, /urls)
sock_copy, files, dir='./'

;for dense raster mode
CD, 'C:\Users\vsadykov\Desktop\IRIS data examples\example_vldr'
;for dense raster spectra
f='iris_l2_20140214_114951_3800263296_raster_t000_r00000.fits'
d=iris_load(f)
  OR  d = obj_new('iris_data')
      d -> read, f
Properties and methods
header = d->gethdr(/struct)
x = d->getxpos()
y = d->getypos()
d->show_lines
data = d->getvar(6, /load)
lambda = d->getlam(6)
t = d->gettime()
help, x & help, y & help, lambda
;for dense raster SJ images
f='iris_l2_20140214_114951_3800263296_SJI_1330_t000.fits'
d=iris_load(f)
the same procedures...

;for sit-and-stare mode
;everything is the same...
CD, 'C:\Users\vsadykov\Desktop\IRIS data examples\example_lss'
f=''

;for coarse raster mode
CD, 'C:\Users\vsadykov\Desktop\IRIS data examples\example_lcr8'
f='iris_l2_20140609_001012_3820109180_raster_t000_r00000.fits'
;intensity calibration
timetest='2016-06-12T12:00:00'
iresp = iris_get_response(time, version='003')
print, iresp.name_sg
;seems that only one column of iresp.area_sg is nonzero

;iris_xfiles
;Convenient to see the vldr file
;Possible to generate level3 file from Xfiles
CD, 'C:\Users\vsadykov\Desktop\IRIS data examples\example_lcr8'
f1='iris_l3_20140609_001012_3820109180_t000_all_sp.fits'
f2='iris_l3_20140609_001012_3820109180_t000_all_im.fits'
data = readfits(f2, header) ;order x, y, lambda, t

;for crispex - make the file from dense raster
IDL> f=iris_files()      ; enough if only level3 files in directory
0  iris_l2_20131007_054001_3800259115_SJI_1330_t000.fits      57 MB
1  iris_l2_20131007_054001_3800259115_SJI_1400_t000.fits      57 MB
2  iris_l2_20131007_054001_3800259115_SJI_2796_t000.fits      57 MB
3
iris_l3_20131007_054001_3800259115_t000_CII1336_SiIV1403_MgIIk2796_im.fits
1 GB
 4
iris_l3_20131007_054001_3800259115_t000_CII1336_SiIV1403_MgIIk2796_sp.fits
1 GB
 ;It is then possible to start crispex using the f array
 IDL> crispex, f[3], f[4], sji=f[1]
```

Анализ солнечных вспышек по данным IRIS

Один из самых интересных процессов для анализа – хромосферное испарение. Благодаря одновременному наблюдению холодных линий хромосферы и переходного слоя и горячей линии железа Fe XXI 1354.1A, возможно наблюдать движения холодной и горячей плазмы

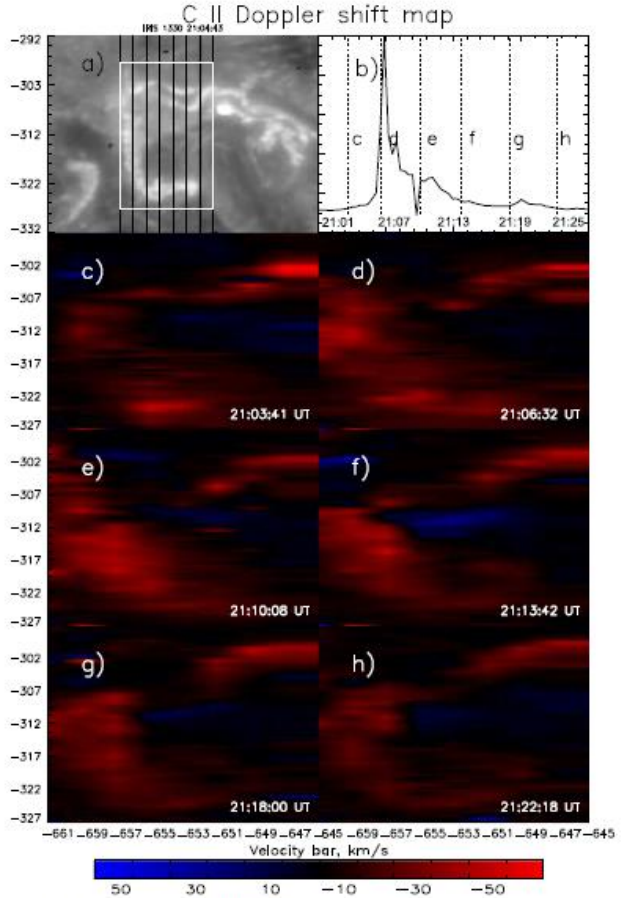
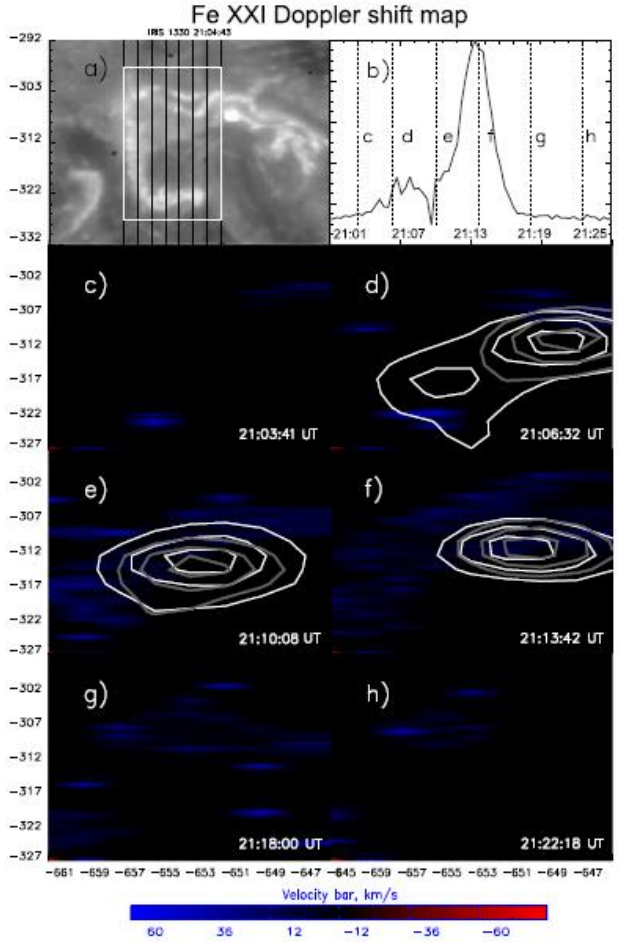


Figure 10. Evolution of the Doppler shift map for the C II k line. Description of images: (a) flare region observed in the 1330 Å line at 21:04:43 UT with the



Анализ солнечных вспышек по данным IRIS

Один из самых интересных процессов для анализа – хромосферное испарение. Благодаря одновременному наблюдению холодных линий хромосферы и переходного слоя и горячей линии железа Fe XXI 1354.1A, возможно наблюдать движения холодной и горячей плазмы