

## Spectral Python

[www.spectralpython.net](http://www.spectralpython.net)

Данный модуль позволяет без проблем читать не только ГСИ стандарта ENVI, но и ERDAS, Lan и AVIRIS. Все эти стандарты открываются аналогично друг другу.

Рассмотрим как читаются ГСИ стандарта ENVI, на примере изображения jasper ridge. Как правило, такие изображения состоят заголовочного файла с расширением HDR и бинарного файла с расширением IMG, который содержит само изображение. В некоторых случаях, бинарный файл может быть указанного расширения. Чтение ГСИ происходит очень просто, надо подключить необходимые функции для чтения, которые возвращают класс для представления файлов изображения, и указать им путь до файлов изображения:

```
import spectral.io.envi as envi
```

```
hsi = envi.open(r'C:\Users\user_name\jupyter notebook\HSI\data envi\jasperRidge2_F224.hdr',  
               r'C:\Users\user_name\jupyter notebook\HSI\data envi\jasperRidge2_F224.img')
```

Функции для открытия других стандартов подключаются аналогично:

```
import spectral.io.aviris as aviris
```

```
hsi = aviris.open('\hsi.rfl',  
                 '\hsi.spc')
```

Теперь можно узнать некоторую общую информацию и информацию указанную в заголовочном файле, а также некоторые отдельные параметры для ГСИ, в частности размер самого изображения:

```
hsi  
  
Data Source: 'C:\Users\konst\jupyter notebook\HSI\data envi\jasperRidge2_F224.im  
g'  
# Rows:      100  
# Samples:   100  
# Bands:     224  
Interleave:  BIL  
Quantization: 16 bits  
Data format:  int16
```

```
hsi.filename
```

```
'C:\\Users\\konst\\jupyter notebook\\HSI\\data envi\\jasperRidge2_F224.img'
```

```
hsi.metadata
```

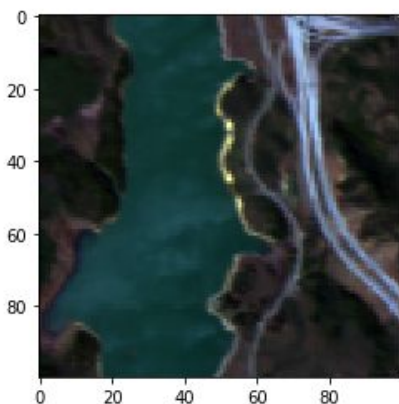
```
{'description': 'File Resize Result, x resize factor: 1.000000, y resize factor: 1.000000',  
 0.\n[Sat May 24 21:05:17 2014]',  
  'samples': '100',  
  'lines': '100',  
  'bands': '224',  
  'header offset': '0',  
  'file type': 'ENVI Standard',  
  'data type': '2',  
  'interleave': 'bil',  
  'sensor type': 'Unknown',  
  'byte order': '0',  
  'default bands': ['35', '20', '7'],  
  'wavelength units': 'Nanometers',  
  'reflectance scale factor': '10000.000000',  
  'wavelength': ['369.850006',  
                 '379.690002',  
                 '389.529999',  
                 '399.369995',  
                 '409.209991',  
                 '419.079991',  
                 '428.899991',  
                 '438.719991',  
                 '448.539991',  
                 '458.359991',  
                 '468.179991',  
                 '478.000000',  
                 '487.819991',  
                 '497.639991',  
                 '507.459991',  
                 '517.279991',  
                 '527.099991',  
                 '536.919991',  
                 '546.739991',  
                 '556.559991',  
                 '566.379991',  
                 '576.199991',  
                 '586.019991',  
                 '595.839991',  
                 '605.659991',  
                 '615.479991',  
                 '625.299991',  
                 '635.119991',  
                 '644.939991',  
                 '654.759991',  
                 '664.579991',  
                 '674.399991',  
                 '684.219991',  
                 '694.039991',  
                 '703.859991',  
                 '713.679991',  
                 '723.499991',  
                 '733.319991',  
                 '743.139991',  
                 '752.959991',  
                 '762.779991',  
                 '772.599991',  
                 '782.419991',  
                 '792.239991',  
                 '802.059991',  
                 '811.879991',  
                 '821.699991',  
                 '831.519991',  
                 '841.339991',  
                 '851.159991',  
                 '860.979991',  
                 '870.799991',  
                 '880.619991',  
                 '890.439991',  
                 '900.259991',  
                 '910.079991',  
                 '919.899991',  
                 '929.719991',  
                 '939.539991',  
                 '949.359991',  
                 '959.179991',  
                 '968.999991',  
                 '978.819991',  
                 '988.639991',  
                 '998.459991',  
                 '1008.279991',  
                 '1018.099991',  
                 '1027.919991',  
                 '1037.739991',  
                 '1047.559991',  
                 '1057.379991',  
                 '1067.199991',  
                 '1077.019991',  
                 '1086.839991',  
                 '1096.659991',  
                 '1106.479991',  
                 '1116.299991',  
                 '1126.119991',  
                 '1135.939991',  
                 '1145.759991',  
                 '1155.579991',  
                 '1165.399991',  
                 '1175.219991',  
                 '1185.039991',  
                 '1194.859991',  
                 '1204.679991',  
                 '1214.499991',  
                 '1224.319991',  
                 '1234.139991',  
                 '1243.959991',  
                 '1253.779991',  
                 '1263.599991',  
                 '1273.419991',  
                 '1283.239991',  
                 '1293.059991',  
                 '1302.879991',  
                 '1312.699991',  
                 '1322.519991',  
                 '1332.339991',  
                 '1342.159991',  
                 '1351.979991',  
                 '1361.799991',  
                 '1371.619991',  
                 '1381.439991',  
                 '1391.259991',  
                 '1401.079991',  
                 '1410.899991',  
                 '1420.719991',  
                 '1430.539991',  
                 '1440.359991',  
                 '1450.179991',  
                 '1459.999991',  
                 '1469.819991',  
                 '1479.639991',  
                 '1489.459991',  
                 '1499.279991',  
                 '1509.099991',  
                 '1518.919991',  
                 '1528.739991',  
                 '1538.559991',  
                 '1548.379991',  
                 '1558.199991',  
                 '1568.019991',  
                 '1577.839991',  
                 '1587.659991',  
                 '1597.479991',  
                 '1607.299991',  
                 '1617.119991',  
                 '1626.939991',  
                 '1636.759991',  
                 '1646.579991',  
                 '1656.399991',  
                 '1666.219991',  
                 '1676.039991',  
                 '1685.859991',  
                 '1695.679991',  
                 '1705.499991',  
                 '1715.319991',  
                 '1725.139991',  
                 '1734.959991',  
                 '1744.779991',  
                 '1754.599991',  
                 '1764.419991',  
                 '1774.239991',  
                 '1784.059991',  
                 '1793.879991',  
                 '1803.699991',  
                 '1813.519991',  
                 '1823.339991',  
                 '1833.159991',  
                 '1842.979991',  
                 '1852.799991',  
                 '1862.619991',  
                 '1872.439991',  
                 '1882.259991',  
                 '1892.079991',  
                 '1901.899991',  
                 '1911.719991',  
                 '1921.539991',  
                 '1931.359991',  
                 '1941.179991',  
                 '1950.999991',  
                 '1960.819991',  
                 '1970.639991',  
                 '1980.459991',  
                 '1990.279991',  
                 '2000.099991',  
                 '2009.919991',  
                 '2019.739991',  
                 '2029.559991',  
                 '2039.379991',  
                 '2049.199991',  
                 '2059.019991',  
                 '2068.839991',  
                 '2078.659991',  
                 '2088.479991',  
                 '2098.299991',  
                 '2108.119991',  
                 '2117.939991',  
                 '2127.759991',  
                 '2137.579991',  
                 '2147.399991',  
                 '2157.219991',  
                 '2167.039991',  
                 '2176.859991',  
                 '2186.679991',  
                 '2196.499991',  
                 '2206.319991',  
                 '2216.139991',  
                 '2225.959991',  
                 '2235.779991',  
                 '2245.599991',  
                 '2255.419991',  
                 '2265.239991',  
                 '2275.059991',  
                 '2284.879991',  
                 '2294.699991',  
                 '2304.519991',  
                 '2314.339991',  
                 '2324.159991',  
                 '2333.979991',  
                 '2343.799991',  
                 '2353.619991',  
                 '2363.439991',  
                 '2373.259991',  
                 '2383.079991',  
                 '2392.899991',  
                 '2402.719991',  
                 '2412.539991',  
                 '2422.359991',  
                 '2432.179991',  
                 '2441.999991',  
                 '2451.819991',  
                 '2461.639991',  
                 '2471.459991',  
                 '2481.279991',  
                 '2491.099991',  
                 '2500.919991',  
                 '2510.739991',  
                 '2520.559991',  
                 '2530.379991',  
                 '2540.199991',  
                 '2550.019991',  
                 '2559.839991',  
                 '2569.659991',  
                 '2579.479991',  
                 '2589.299991',  
                 '2599.119991',  
                 '2608.939991',  
                 '2618.759991',  
                 '2628.579991',  
                 '2638.399991',  
                 '2648.219991',  
                 '2658.039991',  
                 '2667.859991',  
                 '2677.679991',  
                 '2687.499991',  
                 '2697.319991',  
                 '2707.139991',  
                 '2716.959991',  
                 '2726.779991',  
                 '2736.599991',  
                 '2746.419991',  
                 '2756.239991',  
                 '2766.059991',  
                 '2775.879991',  
                 '2785.699991',  
                 '2795.519991',  
                 '2805.339991',  
                 '2815.159991',  
                 '2824.979991',  
                 '2834.799991',  
                 '2844.619991',  
                 '2854.439991',  
                 '2864.259991',  
                 '2874.079991',  
                 '2883.899991',  
                 '2893.719991',  
                 '2903.539991',  
                 '2913.359991',  
                 '2923.179991',  
                 '2932.999991',  
                 '2942.819991',  
                 '2952.639991',  
                 '2962.459991',  
                 '2972.279991',  
                 '2982.099991',  
                 '2991.919991',  
                 '3001.739991',  
                 '3011.559991',  
                 '3021.379991',  
                 '3031.199991',  
                 '3041.019991',  
                 '3050.839991',  
                 '3060.659991',  
                 '3070.479991',  
                 '3080.299991',  
                 '3090.119991',  
                 '3100.000000',  
                 '3109.819991',  
                 '3119.639991',  
                 '3129.459991',  
                 '3139.279991',  
                 '3149.099991',  
                 '3158.919991',  
                 '3168.739991',  
                 '3178.559991',  
                 '3188.379991',  
                 '3198.199991',  
                 '3208.019991',  
                 '3217.839991',  
                 '3227.659991',  
                 '3237.479991',  
                 '3247.299991',  
                 '3257.119991',  
                 '3266.939991',  
                 '3276.759991',  
                 '3286.579991',  
                 '3296.399991',  
                 '3306.219991',  
                 '3316.039991',  
                 '3325.859991',  
                 '3335.679991',  
                 '3345.499991',  
                 '3355.319991',  
                 '3365.139991',  
                 '3374.959991',  
                 '3384.779991',  
                 '3394.599991',  
                 '3404.419991',  
                 '3414.239991',  
                 '3424.059991',  
                 '3433.879991',  
                 '3443.699991',  
                 '3453.519991',  
                 '3463.339991',  
                 '3473.159991',  
                 '3482.979991',  
                 '3492.799991',  
                 '3502.619991',  
                 '3512.439991',  
                 '3522.259991',  
                 '3532.079991',  
                 '3541.899991',  
                 '3551.719991',  
                 '3561.539991',  
                 '3571.359991',  
                 '3581.179991',  
                 '3591.000000',  
                 '3600.819991',  
                 '3610.639991',  
                 '3620.459991',  
                 '3630.279991',  
                 '3640.099991',  
                 '3649.919991',  
                 '3659.739991',  
                 '3669.559991',  
                 '3679.379991',  
                 '3689.199991',  
                 '3699.019991',  
                 '3708.839991',  
                 '3718.659991',  
                 '3728.479991',  
                 '3738.299991',  
                 '3748.119991',  
                 '3757.939991',  
                 '3767.759991',  
                 '3777.579991',  
                 '3787.399991',  
                 '3797.219991',  
                 '3807.039991',  
                 '3816.859991',  
                 '3826.679991',  
                 '3836.499991',  
                 '3846.319991',  
                 '3856.139991',  
                 '3865.959991',  
                 '3875.779991',  
                 '3885.599991',  
                 '3895.419991',  
                 '3905.239991',  
                 '3915.059991',  
                 '3924.879991',  
                 '3934.699991',  
                 '3944.519991',  
                 '3954.339991',  
                 '3964.159991',  
                 '3973.979991',  
                 '3983.799991',  
                 '3993.619991',  
                 '4003.439991',  
                 '4013.259991',  
                 '4023.079991',  
                 '4032.899991',  
                 '4042.719991',  
                 '4052.539991',  
                 '4062.359991',  
                 '4072.179991',  
                 '4082.000000',  
                 '4091.819991',  
                 '4101.639991',  
                 '4111.459991',  
                 '4121.279991',  
                 '4131.099991',  
                 '4140.919991',  
                 '4150.739991',  
                 '4160.559991',  
                 '4170.379991',  
                 '4180.199991',  
                 '4190.019991',  
                 '4200.000000',  
                 '4209.819991',  
                 '4219.639991',  
                 '4229.459991',  
                 '4239.279991',  
                 '4249.099991',  
                 '4258.919991',  
                 '4268.739991',  
                 '4278.559991',  
                 '4288.379991',  
                 '4298.199991',  
                 '4308.019991',  
                 '4317.839991',  
                 '4327.659991',  
                 '4337.479991',  
                 '4347.299991',  
                 '4357.119991',  
                 '4366.939991',  
                 '4376.759991',  
                 '4386.579991',  
                 '4396.399991',  
                 '4406.219991',  
                 '4416.039991',  
                 '4425.859991',  
                 '4435.679991',  
                 '4445.499991',  
                 '4455.319991',  
                 '4465.139991',  
                 '4474.959991',  
                 '4484.779991',  
                 '4494.599991',  
                 '4504.419991',  
                 '4514.239991',  
                 '4524.059991',  
                 '4533.879991',  
                 '4543.699991',  
                 '4553.519991',  
                 '4563.339991',  
                 '4573.159991',  
                 '4582.979991',  
                 '4592.799991',  
                 '4602.619991',  
                 '4612.439991',  
                 '4622.259991',  
                 '4632.079991',  
                 '4641.899991',  
                 '4651.719991',  
                 '4661.539991',  
                 '4671.359991',  
                 '4681.179991',  
                 '4691.000000',  
                 '4700.819991',  
                 '4710.639991',  
                 '4720.459991',  
                 '4730.279991',  
                 '4740.099991',  
                 '4750.000000',  
                 '4759.819991',  
                 '4769.639991',  
                 '4779.459991',  
                 '4789.279991',  
                 '4799.099991',  
                 '4808.919991',  
                 '4818.739991',  
                 '4828.559991',  
                 '4838.379991',  
                 '4848.199991',  
                 '4858.019991',  
                 '4867.839991',  
                 '4877.659991',  
                 '4887.479991',  
                 '4897.299991',  
                 '4907.119991',  
                 '4916.939991',  
                 '4926.759991',  
                 '4936.579991',  
                 '4946.399991',  
                 '4956.219991',  
                 '4966.039991',  
                 '4975.859991',  
                 '4985.679991',  
                 '4995.499991',  
                 '5005.319991',  
                 '5015.139991',  
                 '5024.959991',  
                 '5034.779991',  
                 '5044.599991',  
                 '5054.419991',  
                 '5064.239991',  
                 '5074.059991',  
                 '5083.879991',  
                 '5093.699991',  
                 '5103.519991',  
                 '5113.339991',  
                 '5123.159991',  
                 '5132.979991',  
                 '5142.799991',  
                 '5152.619991',  
                 '5162.439991',  
                 '5172.259991',  
                 '5182.079991',  
                 '5191.899991',  
                 '5201.719991',  
                 '5211.539991',  
                 '5221.359991',  
                 '5231.179991',  
                 '5241.000000',  
                 '5250.819991',  
                 '5260.639991',  
                 '5270.459991',  
                 '5280.279991',  
                 '5290.099991',  
                 '5300.000000',  
                 '5309.819991',  
                 '5319.639991',  
                 '5329.459991',  
                 '5339.279991',  
                 '5349.099991',  
                 '5358.919991',  
                 '5368.739991',  
                 '5378.559991',  
                 '5388.379991',  
                 '5398.199991',  
                 '5408.019991',  
                 '5417.839991',  
                 '5427.659991',  
                 '5437.479991',  
                 '5447.299991',  
                 '5457.119991',  
                 '5466.939991',  
                 '5476.759991',  
                 '5486.579991',  
                 '5496.399991',  
                 '5506.219991',  
                 '5516.039991',  
                 '5525.859991',  
                 '5535.679991',  
                 '5545.499991',  
                 '5555.319991',  
                 '5565.139991',  
                 '5574.959991',  
                 '5584.779991',  
                 '5594.599991',  
                 '5604.419991',  
                 '5614.239991',  
                 '5624.059991',  
                 '5633.879991',  
                 '5643.699991',  
                 '5653.519991',  
                 '5663.339991',  
                 '5673.159991',  
                 '5682.979991',  
                 '5692.799991',  
                 '5702.619991',  
                 '5712.439991',  
                 '5722.259991',  
                 '5732.079991',  
                 '5741.899991',  
                 '5751.719991',  
                 '5761.539991',  
                 '5771.359991',  
                 '5781.179991',  
                 '5791.000000',  
                 '5800.819991',  
                 '5810.639991',  
                 '5820.459991',  
                 '5830.279991',  
                 '5840.099991',  
                 '5850.000000',  
                 '5859.819991',  
                 '5869.639991',  
                 '5879.459991',  
                 '5889.279991',  
                 '5899.099991',  
                 '5908.919991',  
                 '5918.739991',  
                 '5928.559991',  
                 '5938.379991',  
                 '5948.199991',  
                 '5958.019991',  
                 '5967.839991',  
                 '5977.659991',  
                 '5987.479991',  
                 '5997.299991',  
                 '6007.119991',  
                 '6016.939991',  
                 '6026.759991',  
                 '6036.579991',  
                 '6046.399991',  
                 '6056.219991',  
                 '6066.039991',  
                 '6075.859991',  
                 '6085.679991',  
                 '6095.499991',  
                 '6105.319991',  
                 '6115.139991',  
                 '6124.959991',  
                 '6134.779991',  
                 '6144.599991',  
                 '6154.419991',  
                 '6164.239991',  
                 '6174.059991',  
                 '6183.879991',  
                 '6193.699991',  
                 '6203.519991',  
                 '6213.339991',  
                 '6223.159991',  
                 '6232.979991',  
                 '6242.799991',  
                 '6252.619991',  
                 '6262.439991',  
                 '6272.259991',  
                 '6282.079991',  
                 '6291.899991',  
                 '6301.719991',  
                 '6311.539991',  
                 '6321.359991',  
                 '6331.179991',  
                 '6341.000000',  
                 '6350.819991',  
                 '6360.639991',  
                 '6370.459991',  
                 '6380.279991',  
                 '6390.099991',  
                 '6400.000000',  
                 '6409.819991',  
                 '6419.639991',  
                 '6429.459991',  
                 '6439.279991',  
                 '6449.099991',  
                 '6458.919991',  
                 '6468.739991',  
                 '6478.559991',  
                 '6488.379991',  
                 '6498.199991',  
                 '6508.019991',  
                 '6517.839991',  
                 '6527.659991',  
                 '6537.479991',  
                 '6547.299991',  
                 '6557.119991',  
                 '6566.939991',  
                 '6576.759991',  
                 '6586.579991',  
                 '6596.399991',  
                 '6606.219991',  
                 '6616.039991',  
                 '6625.859991',  
                 '6635.679991',  
                 '6645.499991',  
                 '6655.319991',  
                 '6665.139991',  
                 '6674.959991',  
                 '6684.779991',  
                 '6694.599991',  
                 '6704.419991',  
                 '6714.239991',  
                 '6724.059991',  
                 '6733.879991',  
                 '6743.699991',  
                 '6753.519991',  
                 '6763.339991',  
                 '6773.159991',  
                 '6782.979991',  
                 '6792.799991',  
                 '6802.619991',  
                 '6812.439991',  
                 '6822.259991',  
                 '6832.079991',  
                 '6841.899991',  
                 '6851.719991',  
                 '6861.539991',  
                 '6871.359991',  
                 '6881.179991',  
                 '6891.000000',  
                 '6900.819991',  
                 '6910.639991',  
                 '6920.459991',  
                 '6930.279991',  
                 '6940.099991',  
                 '6950.000000',  
                 '6959.819991',  
                 '6969.639991',  
                 '6979.459991',  
                 '6989.279991',  
                 '6999.099991',  
                 '7008.919991',  
                 '7018.739991',  
                 '7028.559991',  
                 '7038.379991',  
                 '7048.199991',  
                 '7058.019991',  
                 '7067.839991',  
                 '7077.659991',  
                 '7087.479991',  
                 '7097.299991',  
                 '7107.119991',  
                 '7116.939991',  
                 '7126.759991',  
                 '7136.579991',  
                 '7146.399991',  
                 '7156.219991',  
                 '7166.039991',  
                 '7175.859991',  
                 '7185.679991',  
                 '7195.499991',  
                 '7205.319991',  
                 '7215.139991',  
                 '7224.959991',  
                 '7234.779991',  
                 '7244.599991',  
                 '7254.419991',  
                 '7264.239991',  
                 '7274.059991',  
                 '7283.879991',  
                 '7293.699991',  
                 '7303.519991',  
                 '7313.339991',  
                 '7323.159991',  
                 '7332.979991',  
                 '7342.799991',  
                 '7352.619991',  
                 '7362.439991',  
                 '7372.259991',  
                 '7382.079991',  

```

```
imshow(hsi, db)
```

ImageView object:

```
Display bands      : [35, 20, 7]
Interpolation      : <default>
RGB data limits    :
  R: [0.0189, 0.3343]
  G: [0.026, 0.252]
  B: [0.011, 0.1446]
```



Доступ до данных (до пикселей) осуществляется достаточно просто, а именно обращаться к классу как к простому массиву:

```
hsi.shape
```

```
(100, 100, 224)
```

```
hsi[:, :, 100].shape
```

```
(100, 100, 1)
```

```
hsi[:, :, 100]
```

```
array([[0.3455],
       [0.3327],
       [0.3087],
       ...,
       [0.2649],
       [0.2575],
       [0.2501],
       ...,
       [0.3603],
       [0.3317],
       [0.3048],
       ...])
```

Но есть одно но, иногда в стандарте ENVI, в заголовочном файле, указывают параметр “reflectance scale factor<sup>1</sup>”, который отвечает за масштаб данных в самом файле. Поэтому реальные данные будут иметь несколько большую величину:

```
hsi[:, :, :]  
array([[[ 0., -0.0422, -0.0443, ..., 0.0762, 0.0794, 0.1034],  
        [ 0., -0.0389, -0.0399, ..., 0.0762, 0.06 , 0.0452],  
        [ 0., -0.0422, -0.0399, ..., 0.0122, 0.06 , 0.0611],  
        ...,  
        [ 0., -0.0361, -0.0325, ..., 0.1152, 0.0907, 0.1029],  
        [ 0., -0.0395, -0.0325, ..., 0.1005, 0.11 , 0.0924],  
        [ 0., -0.0361, -0.0325, ..., 0.1496, 0.168 , 0.1768]],  
       [[ 0., -0.0387, -0.0443, ..., 0.0811, 0.0794, 0.1087],  
        [ 0., -0.0387, -0.0443, ..., 0.0319, 0.0406, 0.0505],  
        [ 0., -0.0421, -0.0399, ..., 0.0663, 0.0484, 0.0346],  
        ...,  
        [ 0., -0.036 , -0.037 , ..., 0.0906, 0.11 , 0.0766],  
        [ 0., -0.0394, -0.037 , ..., 0.1152, 0.0907, 0.0924],  
        [ 0., -0.0394, -0.037 , ..., 0.0808, 0.0791, 0.0766]],  
       [[ 0., -0.042 , -0.04 , ..., 0.0762, 0.0716, 0.0611],  
        [ 0., -0.042 , -0.0444, ..., 0.0368, 0.0406, 0.0028],  
        [ 0., -0.0387, -0.04 , ..., 0.027 , 0.0406, 0.0293],
```

```
non_scale_hsi = hsi[:, :, :] * float(hsi.metadata.get('reflectance scale factor'))
```

```
non_scale_hsi[:, :, :]  
array([[[ 0., -422., -443., ..., 762., 794., 1034.],  
        [ 0., -389., -399., ..., 762., 600., 452.],  
        [ 0., -422., -399., ..., 122., 600., 611.],  
        ...,  
        [ 0., -361., -325., ..., 1152., 907., 1029.],  
        [ 0., -395., -325., ..., 1005., 1100., 924.],  
        [ 0., -361., -325., ..., 1496., 1680., 1768.]],  
       [[ 0., -387., -443., ..., 811., 794., 1087.],  
        [ 0., -387., -443., ..., 319., 406., 505.],  
        [ 0., -421., -399., ..., 663., 484., 346.],  
        ...,  
        [ 0., -360., -370., ..., 906., 1100., 766.],  
        [ 0., -394., -370., ..., 1152., 907., 924.],  
        [ 0., -394., -370., ..., 808., 791., 766.]],  
       [[ 0., -420., -400., ..., 762., 716., 611.],  
        [ 0., -420., -444., ..., 368., 406., 28.],  
        [ 0., -387., -400., ..., 270., 406., 293.],
```

Также, можно использовать метод `open_memmap`, который возвращает уже отмасштабированные данные но создаёт при этом объект типа `memmap`<sup>2</sup>, что в некоторых случаях может быть удобней из-за больших размеров ГСИ:

```
hsi.open_memmap()  
memmap([[[ 0, -422, -443, ..., 762, 794, 1034],  
          [ 0, -389, -399, ..., 762, 600, 452],  
          [ 0, -422, -399, ..., 122, 600, 611],  
          ...,  
          [ 0, -361, -325, ..., 1152, 907, 1029],  
          [ 0, -395, -325, ..., 1005, 1100, 924],  
          [ 0, -361, -325, ..., 1496, 1680, 1768]],
```

<sup>2</sup> <https://docs.scipy.org/doc/numpy/reference/generated/numpy.memmap.html>



Для удобного предпросмотра всех каналов можно использовать следующую конструкцию:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
plt.figure(figsize=(20, 300))
```

```
for layer in range(hsi.nbands):
    plt.subplot((hsi.nbands / 4) + 1, 4, layer + 1)
    plt.imshow( np.reshape(hsi[:, :, layer], (hsi.nrows, hsi.ncols)) )
    plt.title('hsi layer ' + str(layer + 1))
plt.show()
```

