

---

# Лабораторна робота №1

## Сценарії обробки багатоспектральних супутникових зображень

**Мета роботи:** ознайомитися з основними принципами обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), а саме, багатоспектральних супутникових зображень космічних апаратів, засобами бібліотеки абстракції супутникової інформації (GDAL).

**Основні поняття:** дані ДЗЗ (remote sensing data), супутникові зображення (satellite imagery), обробка зображень (image processing).

### Вступ

Космічні апарати (КА) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) являються одним з основних джерел інформації про навколишнє середовище. Неперервний розвиток космічних технологій є однією з рушійних сил в прогресі розв'язання задач глобального моніторингу океану, суші та атмосфери. Дані ДЗЗ оперативно використовуються в різноманітних соціально-економічних сферах: сільському та лісовому господарствах, екологічному моніторингу, картографуванні та земельному кадастрі, а також в задачах прогнозування та моніторингу надзвичайних ситуацій.

Одним з широко розповсюджених видів даних ДЗЗ є супутникові зображення підстилаючої поверхні Землі. Останні вважаються багатоспектральними (мультиспектральними), якщо отримані в результаті обробки вихідної інформації сенсору КА, який здатний проводити зйомку в видимому (Синій, Зелений, Червоний) та інфрачервоному (ближній, короткохвильовий та тепловий) спектральних діапазонах.

Для успішної тематичної обробки супутникових зображень, чи їх фотоінтерпретації, потрібно володіти не тільки знаннями в предметній області, але й вміннями оперативно обробляти великі об'єми даних та працювати зі спеціалізованими програмними бібліотеками. Для попереднього підготування до обробки даних ДЗЗ використовують бібліотеку абстракції геопросторової інформації GDAL [1]. Дана бібліотека є вільно розповсюджуваною та частооновлюваною. Багато програмних продуктів використовують GDAL і надають графічний інтерфейс доступу до сценаріїв бібліотеки, до них належать: QGIS, ArcGIS, OpenEV, MapServer, Google Earth та ін.

## Налаштування робочого середовища

Перед тим як безпосередньо перейти до роботи з растровими зображеннями, варто сказати кілька слів про встановлення бібліотеки GDAL. В рамках виконання лабораторної роботи, Ви можете встановити ресурси бібліотеки GDAL, як мінімум двома різними варіантами.

**Варіант перший.** Встановлення програмного продукту, що містить готові бінарії (скомпільовані сценарії) бібліотеки GDAL, наприклад QGIS (Quantum GIS). Даний продукт є геоінформаційною системою та розповсюджується вільно. Завантажити його можна за електронною адресою: <http://qgis.org/downloads/> (в якості рекомендації, пропонується завантажити та використовувати версію 1.8.0, яка використовувалась при розробці методичних вказівок). У випадку, якщо Ви користуєтесь ОС Windows, потрібно також додати директорію встановленої QGIS до системних шляхів та перезавантаження систему (модифікувавши системну змінну PATH, аналогічно як в л.р. №1).

Виповнивши всі вказані кроки, запускаємо OSGeo4W.bat – інтерфейс командного рядка Windows для роботи з сценаріями GDAL.

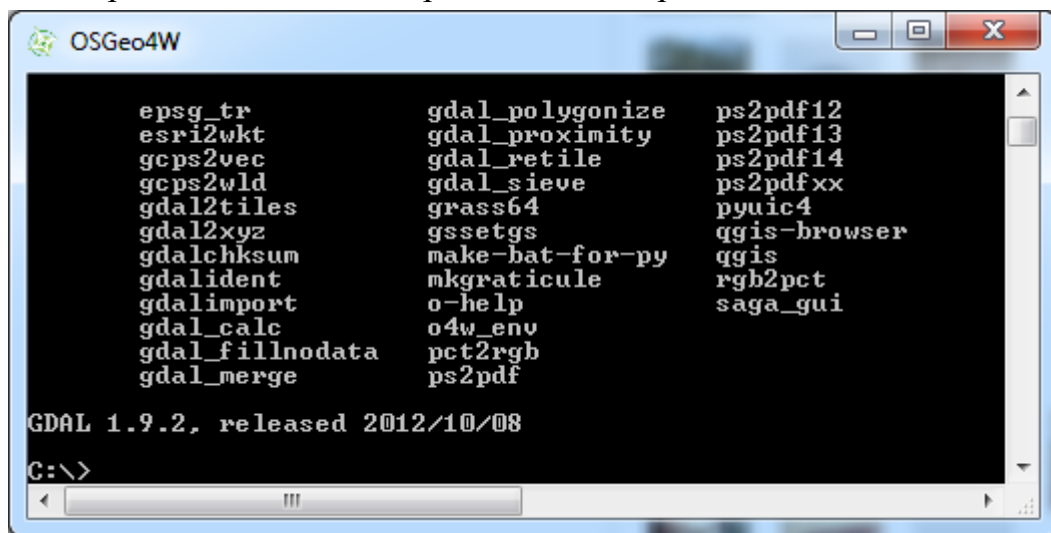
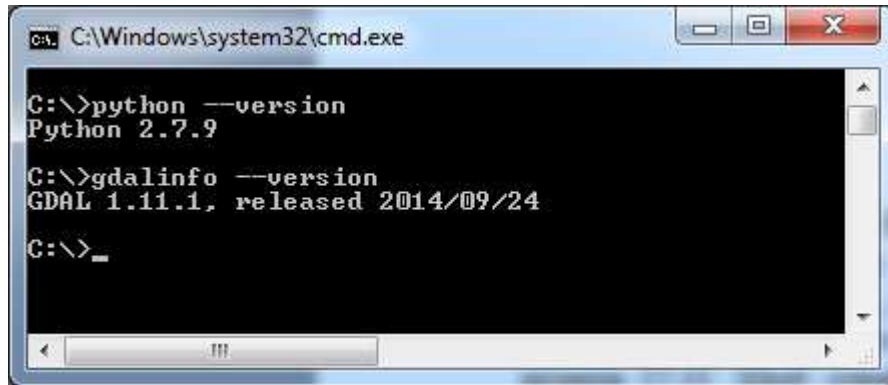


Рис. 3.1. – GDAL OSGeo4W interface.

**Варіант другий.** Якщо у Вас на робочому ПК вже встановлений Python (рекомендована версія Python 2.7.9), то Ви маєте можливість використовувати GDAL, як бібліотеку мови програмування Python. Для цього потрібно коректно встановити бібліотеку, одним із запропонованих шляхів [2,3]. Щоб отримати доступ до бінаріїв бібліотеки, в перелік системних змінних обов'язково потрібно додати **GDAL\_DATA** зі значенням C:\Program Files (x86)\GDAL\gdal-data\ та **GDAL\_DRIVER\_PATH** з значенням C:\Program Files(x86)\GDAL\gdalplugins\. Майте на увазі, значення

змінних можуть відрізнятися, в залежності від місця розташування файлів бібліотеки на Вашому ПК. Також, не забудьте модифікувати системну змінну **PATH**, додавши до неї записи C:\ Program Files (x86)\GDAL та C:\Python27. Після перезавантаження системи, в командному рядку Windows, Ви зможете користуватись сценаріями бібліотеки GDAL.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\>python --version
Python 2.7.9

C:\>gdalinfo --version
GDAL 1.11.1, released 2014/09/24

C:\>_
```

Рис. 3.2. – Python GDAL – Windows command line interface

## Коротко про супутникові зображення

Супутникові зображення представляються кінцевим користувачам у вигляді продуктів певного рівня обробки вихідного сигналу сенсору космічного апарата. Повний перелік рівнів обробки даних, та їх номенклатура можуть відрізнятися у різних операторів даних ДЗЗ. Однак, міжнародним комітетом по супутниковим спостереженням Землі з космосу (CEOS) прийнята за основу класифікація рівнів обробки даних NASA [4].

В ході виконання лабораторної роботи Ви ознайомитеся з продуктами обробки даних КА Landsat-4 TM, Landsat-5 TM та Landsat-7 ETM+ рівня обробки L1T. Вказані продукти розповсюджуються у вигляді архівів подвійної архівації – tar.gz. Останні містять канали зображень, та супутню службову інформацію і можуть бути отримані на геопорталі геологічної служби США – USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Кожне зображення КА серії Landsat має унікальний ідентифікатор, структура якого наступна:

[Ідентифікатор сенсора та КА (3 символи)]+[Координати знімку в WRS-2 системі (Path, Row, 6 символів)]+[Year]+[DOY]+[Режим зйомки (5 символів)].

Наприклад LE71770282000131SGS00 – знімок КА Landsat-7, отриманий сенсором ETM+; координати знімка в системі WRS-2 – 177 (Path) 028 (Row), зйомка проведена 131-го дня 2000 року, режим зйомки SGS00 (останній параметр надалі нас не цікавитиме). Вміст архіву з продуктом рівня обробки L1T даного знімка зображений на рис. 3.3. Кількість спектральних каналів КА серії Landsat та діапазони зміни довжин хвиль можуть відрізнятися в залежності від розглядуваного КА. Детальну

інформацію про частотні характеристики сенсорів КА Landsat Ви зможете дізнатися тут:

[http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php)

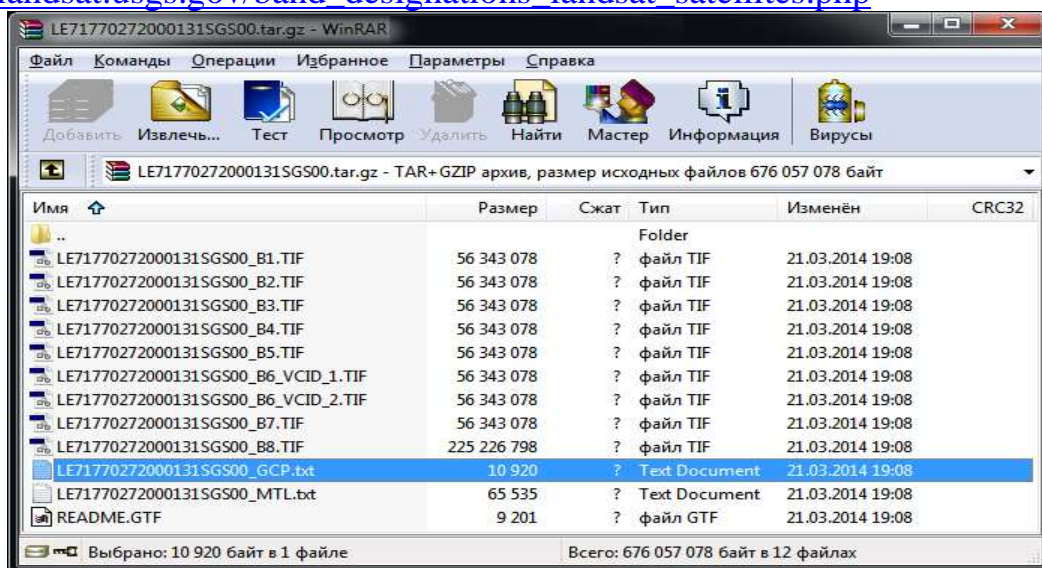


Рис. 3.3. – Архів з продуктом обробки даних  
КА Landsat-7 ETM+ рівня обробки L1T

В багатьох завданнях тематичної обробки супутникових зображень часто виникають потреби в фото-інтерпретації отриманого зображення, зміні його роздільної здатності, перепроєктуванні зображення до вказаної (потрібної) системи координат, а також в обрізанні чи конкатинації зображень, тощо. З деякими із вказаних завдинь Ви ознайомитесь в ході виконання лабораторної роботи.

Людське око здатне фіксувати навколишнє середовище в так званому RGB (true-color) композиті відбитого світлового випромінювання. Однак, багатоспектральні супутникові зображення складаються куди з більшої кількості зафіксованих спектральних каналів, ніж синій (Blue), зелений (Green) та червоний (Red). І це дає змогу, враховуючи додаткову інформацію, проводити детальніший аналіз відзнятої поверхні Землі. Наприклад на рис. 3.4. Ви можете побачити зображення КА Landsat-7 ETM+ в комбінації каналів Green, Red, NIR (color infrared). Території з насиченішим червоним кольором зображення відповідають поверхні, вкритій більш вегетуючою рослинністю.

Детальніше ознайомитись з фізичною інтерпретацією комбінацій каналів супутникових зображень КА Landsat Ви зможете, прочитавши статтю “Інтерпретація комбінацій каналів даних Landsat TM / ETM+” на ресурсі <http://gis-lab.info/> [5].

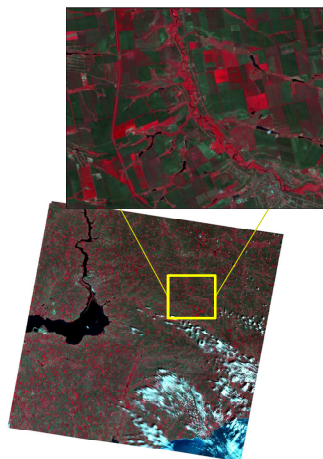


Рис. 3.4. – Композит Color InfraRed зображення  
КА Landsat-7 ETM+ (10.05.2000) над  
Запорізькою областю (Path 177 Row 027)

До основних характеристик супутникового зображення відносять:

- розміри зображення;
- кількість спектральних каналів зображення;
- просторова роздільна здатність зображення (розміри пікселя, вимірюються в метрах);
- система координат, в яку спроектовано зображення;
- координати крайніх правого верхнього та нижнього, а також лівого верхнього та нижнього пікселів зображення як в заданій системі координат, так і на поверхні Землі у вигляді значень широти/довготи;

Отримати зазначені характеристики зображення можна, викликавши команду **gdalinfo** <input.tif>, де input.tif – зображення, що нас цікавить. Нижче приведений неповний вивід команди **gdalinfo** до знімку КА Landsat-8 з ідентифікатором LC81810252013106LGN01.TIF

<i>Driver: GTiff/GeoTIFF</i>	<i>#драйвер обробки зображення</i>
<i>Files: LC81810252013106LGN01.TIF</i>	<i>#ідентифікатор зображення</i>
<i>Size is 7911, 7711</i>	<i>#розміри зображення</i>
<i>Coordinate System is:</i>	
<i>PROJCS["WGS 84 / UTM zone 36N",</i>	<i>#система координат</i>
...	
<i>Origin = (220785.0000000000000000,5687415.0000000000000000)</i>	
<i>Pixel Size = (30.0000000000000000,-30.0000000000000000)</i>	
...	
<i>Corner Coordinates:</i>	<i>#координати кутових пікселів</i>
<i>Upper Left ( 220785.000, 5687415.000) ( 28d59'48.89"E, 51d16'10.38"N)</i>	
<i>Lower Left ( 220785.000, 5456085.000) ( 29d10' 2.19"E, 49d11'38.05"N)</i>	
<i>Upper Right ( 458115.000, 5687415.000) ( 32d23'55.42"E, 51d20'11.31"N)</i>	
<i>Lower Right ( 458115.000, 5456085.000) ( 32d25'27.81"E, 49d15'21.95"N)</i>	

```
Center ( 339450.000, 5571750.000) ( 30d44'48.29"E, 50d16'33.70"N)
#далі для кожного каналу
#зображення приводитиметься
#статистика спектральної
#яскравості (значень пікселів)

Band 1 Block=7911x1 Type=UInt16, ColorInterp=Gray
Min=0.000 Max=22196.000
Minimum=0.000, Maximum=22196.000, Mean=6250.302, StdDev=4752.830
Metadata:
STATISTICS_MAXIMUM=22196
STATISTICS_MEAN=6250.302386522
STATISTICS_MINIMUM=0
STATISTICS_STDDEV=4752.8300813332
```

## Зразки коду

Детальні інструкції по використанню бінаріїв GDAL можна отримати безпосередньо на офіційному інтернет ресурсі <http://www.gdal.org/>

Основні команди, які Вам доведеться використовувати приведені нижче.

**Розархівування каналів зображення.** Ви вільні вибирати зручний для Вас архіватор. Якщо ви користуєтесь архіватором “7z”, тоді розархівувати всі архіви, що містяться в заданій папці можна, викликавши з неї наступний сценарій (bat файл):

```
for /f "tokens=1 delims=." %%d in ('dir /b /d *tar.gz') do (
md %%d
@echo Directory %%~nd Created
7z x %%d.tar.gz
7z x -o%%~nd %%d.tar
del /S %%d.tar
@echo Archive %%~nd %%d.tar.gz uncompressed
break)
```

Де в якості параметра %%d виступатимуть імена всіх файлів з формату tar.gz.

**Конкатинація каналів зображення.** Як Ви напевно замітили, в архіві tar.gz. містяться канали супутникового зображення в окремих GEOTIFF файлах. Для того, щоб сконкатинувати їх, потрібно викликати наступну команду:

```
gdal_merge.py -o <output.tif> -separate <input_1.tif> <input_2.tif> ... <input_N.tif>
```

Де <output.tif> – результат конкатинації, <input.tif> – канали зображення, взяті з відповідного архіву.



---

**Перепроєктування зображення.** Для зміни географічної проекції зображення портібно скористатися командою `gdalwarp`, наприклад:

```
gdalwarp -tr xSize ySize -t_srs "[projection parameters]" <input.tif> <output.tif>
```

Де `xSize,ySize` – розміри пікселя результуючого зображення; `[projection parameters]` – параметри проекції, в яку буде здійснюватись перепроєктування, наприклад `"+proj=utm +zone=36"` – параметри проекції UTM Zone 36N. Для подальшого обрізання зображення по векторному контуру, потрібно буде звести растр з векторним контуром до єдиної проекції.

**Конкатинація зображень з різними Path Row.** Для конкатинації зображень, що не співпадають територіально (повністю або частково), варто використовувати команду `gdalwarp` наступного синтаксису:

```
gdalwarp -of GTIFF -ot UInt16 -srcnodata <value> -dstnodata <value> <input_1.tif>  
<input_2.tif> ... <input_N.tif> <output.tif>
```

Де значення параметрів `srcnodata` та `dstnodata` відповідають значенням пікселів вхідних та результуючого зображень з відсутніми даними відповідно. Значення параметру `-of` відповідає формату вихідного файлу, а значення параметру `-ot` – його типу.

Відмінність в конкатинації зображень командами `gdal_merge` та `gdalwarp` полягає в наступному:

- за допомогою `gdal_merge` Ви можете сконкатинувати тільки зображення однакових розмірів (`Size`) і результат конкатинації буде тих же розмірів, а к-ть каналів результуючого зображення стане рівна сумі кількостей каналів вхідних зображень;
- за допомогою `gdalwarp` можна об'єднати зображення що територіально не перекриваються і мають різні розміри, однак кількість каналів в них обов'язково повинна бути однаковою.

**Обрізання растрових зображень по векторному контуру.** Оскільки супутникові зображення займають чимало дискового простору, часто виникає потреба оброблення тільки певної ділянки відзнятої території (кількох полів, району, області, тощо). Обрізання растрових зображень по векторному контуру часто здійснюється для підготування постерів та проектів. Приклад команди для здійснення обрізання растру по векторному контуру наведений нижче:

```
gdalwarp -dstnodata <value> -q -cutline <ShapeFile.shp> -crop_to_cutline -of GTiff
```

<input.tif> <output.tif>

Де в файлі ShapeFile.shp міститься необхідний векторний контур. Значення <value> параметру –dstnodata відповідає значенню пікселів з відсутніми даними вхідного растру. <input.tif> та <output.tif> відповідно вхідне та обрізане растрові зображення.

**Примітка.** Якщо ви хочете вирізати деяку прямокутну ділянку з растрового зображення, то не обов'язково будувати її векторний контур, можна скористатися командою:

```
gdalwarp -tr xSize ySize -te XLowerLeft YLowerLeft XUpperRight YUpperright <input.tif>  
<output.tif>
```

Де XLowerLeft YLowerLeft XUpperRight YUpperright – координати (x,y) крайнього лівого нижнього та правого верхнього пікселів прямокутного контуру, по якому буде здійснюватись обрізка.

## Постановка задачі

- Засобами командного рядка операційної системи (демонстраційні приклади розглянуті для ОС Windows), а також за допомогою бінаріїв бібліотеки GDAL розробити автоматичний сценарій, який здійснюватиме обробку даних ДЗЗ, відповідно до поставлених завдань.
- **Завдання 1.** Розпакування набору архівів з продуктами ДЗЗ в новостворені папки, назви яких відповідатимуть ідентифікаторам зображень.
- **Завдання 2.** Конкатація каналів видимого, ближнього та середнього інфрачервоного спектральних діапазонів зображення в єдиний GEOTIFF файл.
- **Завдання 3.** Перепроєктування супутникового зображення у вказану картографічну систему координат.
- **Завдання 4.** Конкатація зображень двох сусідніх “row” з однаковим “path”.
- **Завдання 5.** Обрізання результуючого зображення по заданому векторному контуру.



---

## Хід виконання роботи

Отримати від викладача архіви з супутниковими зображеннями, та файл з векторним контуром для подальшого обрізання. Засобами командного рядку операційної системи (без обмежень у виборі ОС) та з використанням бінаріїв бібліотеки GDAL створити програмний сценарій для автоматичної обробки супутникових зображень відповідно до поставлених завдань.

Розроблений сценарій та результати обробки супутникових зображень продемонструвати викладачеві.

**Примітка:** Захист лабораторної роботи може супроводжуватися додатковими завданнями по обробці супутникових зображень (зміни роздільної здатності зображення, перепроєктування у вказану проекцію, обрізання зображення, тощо). Для успішної здачі лабораторної умови необхідно орієнтуватися як в даних та їх характеристиках так і в згаданих можливостях їх оброблення.

## Контрольні запитання

1. Що таке супутникові зображення, які їх основні характеристики?
2. Які основні можливості оброблення растрових супутникових зображень надає бібліотека GDAL?
3. Чому відповідає кількість каналів растрового супутникового зображення?
4. Який з спектральних каналів супутникового зображення відповідає за тепловий відбиток відзнятого об'єкту?
5. Які супутникові зображення вважаються –багато, гіперспектральними?
6. Що таке просторова роздільна здатність супутникового зображення?
7. Які супутникові зображення вважаються з низьким, середнім та високим просторовим розрізненням?

## Перелік посилань

1. GDAL – Geospatial Data Abstraction Library. Електронний ресурс. Режим доступу станом на 23.02.2015 – <http://www.gdal.org/>
2. Install GDAL on Windows // Cartometric Blog. Електронний ресурс. Режим доступу станом на 03.02.2015 – <http://cartometric.com/blog/2011/10/17/install-gdal-on-windows/>
3. Installing GDAL (and OGR) for Python on Windows // A technical blog concerning Python programming and, in particular, GIS applications. Електронний ресурс. Режим доступу станом на 23.02.2015 –

<https://pythongisandstuff.wordpress.com/2011/07/07/installing-gdal-and-ogr-for-python-on-windows/>

4. Лупян Е.А. Базовые продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли / Е.А. Лупян, В.П. Саворский // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. Т.9. №2. С. 87-96.  
[http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/sb2012t2/87-96.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2012t2/87-96.pdf)
5. Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM/ETM+ // Gis-Lab. Географические ИС и ДЗЗ. Электронный ресурс. Режим доступа станом на 23.02.2015 –  
<http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>