



Semi-Automatic Classification Plugin Documentation

Реліз 5.3.6.1

Luca Congedo

черв. 24, 2017

I	Вступ	1
II	Встановлення модуля	5
1	Встановлення у Windows 32 біт	9
2	Встановлення у Windows 64 біт	11
3	Встановлення в Ubuntu Linux	15
4	Встановлення в Debian Linux	19
5	Встановлення в ОС Mac	23
III	Інтерфейс SCP	27
6	Меню SCP	29
7	Інструменти SCP	31
8	Робоча панель	33
9	Панель SCP	37
10	Головне вікно інтерфейсу	49
11	Графік спектральних сигнатур	125
12	Графік розсіву	133
13	Панель редагування SCP	139
IV	Короткий вступ до дистанційного зондування	141
14	Основні поняття	145
15	Поняття контрольованої класифікації	155
16	Перерахунок знімка у значення відбивальності	167
17	Перерахунок у температуру	173

18 Перелік посилань	175
V Базові навчальні матеріали	177
19 Навчальний практикум 1	181
20 Навчальний практикум 2	193
21 Вебінар NASA ARSET	213
VI Тематичні навчальні матеріали	215
22 Tutorial: Land Cover Signature Classification	219
23 Tutorial: Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER	229
VII Semi-Automatic OC	251
24 Встановлення у VirtualBox	255
VIII Frequently Asked Questions	259
25 Plugin installation	263
26 Pre processing	267
27 Processing	269
28 Warnings	271
29 Errors	273
30 Various	277

Частина I

Вступ

Розроблений Luca Congedo, **Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)** безкоштовний модуль з відкритим вихідним кодом для QGIS для проведення напівавтоматичної класифікації (також відомої як керована класифікація) даних дистанційного зондування. Він забезпечує декількома інструментами для завантаження безкоштовних космічних ознімків, передоброблення, післяоброблення, та растрових розрахунків (будь ласка дивіться *What can I do with the SCP?* (page 277)).

Загальна мета SCP це забезпечення набором взаємопов'язаних інструментів обробки растрів для створення автоматизованого технологічного процесу та спрощення тематичної класифікації земельних покривів, щоб її могли виконувати не лише фахівці в галузі дистанційного зондування. Перша версія SCP була написана Luca Congedo в 2012 для *Проекту ACC Dag* з метою створення доступного інструмента автоматичної тематичної класифікації земельного покриву (ознайомтесь з цим *звітом*). Наступні версії SCP було розроблено на знак особистої відданості галузі дистанційного зондування та програмному забезпеченню з відкритим вихідним кодом. SCP версія 5 (кодова назва: Koukou) розроблено в рамках роботи Luca Congedo над PhD (кандидатською дисертацією) за напрямком Landscape and Environment в Sapienza University of Rome.

<http://www.youtube.com/watch?v=K2mIa66e6h0>

Посібник користувача містить інформацію щодо *Встановлення модуля* (page 7) SCP та *Інтерфейс SCP* (page 29), а також детальну характеристику всіх функціональних можливостей. Крім того, *Короткий вступ до дистанційного зондування* (page 143) висвітлює основні концепції та визначення, необхідні для застосування SCP.

Базові навчальні матеріали (page 179) призначені для вивчення основних функцій SCP та *Тематичні навчальні матеріали* (page 217) ілюструють застосування конкретних інструментів.

Запрошуємо Вас зробити свій **внесок до SCP** (дивіться *How to contribute to SCP* (page 278)) та приєднатись до *Групи Facebook* або *Спільноти Google+*. Декілька тисяч людей вже приєдналися та опублікували сотні питань та коментарів. Також, читайте будь ласка *Frequently Asked Questions* (page 261).

Щоб отримати більше інформації та навчальних матеріалів, завітайте до офіційного сайту.



From GIS to Remote Sensing

Посилання:

Congedo Luca (2016). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>

Ліцензія:

Якщо не зазначено інше, то зміст цієї роботи поширюється на умовах ліцензії *Creative Commons Із зазначенням авторства - Поширення на тих самих умовах 4.0 Міжнародна*.

Semi-Automatic Classification Plugin - вільне програмне забезпечення: ви можете поширювати та/або змінювати його на умовах версії 3 Стандартної громадської ліцензії GNU, опублікованої Фондом вільного програмного забезпечення. Semi-Automatic Classification Plugin поширюється з надією, що він буде корисним, але БЕЗ ЖОДНИХ ГАРАНТІЙ; навіть без обв'язкової гарантії ПРИДАТНОСТІ ДЛЯ ПРОДАЖУ або ВІДПОВІДНОСТІ ПЕВНИЙ ВИЗНАЧЕНІЙ МЕТІ. Для більш докладної інформації дивіться Стандартну громадську ліцензію GNU, копію якої ви повинні були отримати разом з Semi-Automatic Classification Plugin. В іншому випадку дивіться <http://www.gnu.org/licenses/>.

Перекладачі:

Українська: Дар'я Свідзінська

Частина II

Встановлення модуля

The Semi-Automatic Classification Plugin requires the installation of [GDAL](#), [OGR](#), [NumPy](#), [SciPy](#) and [Matplotlib](#) (already bundled with QGIS).

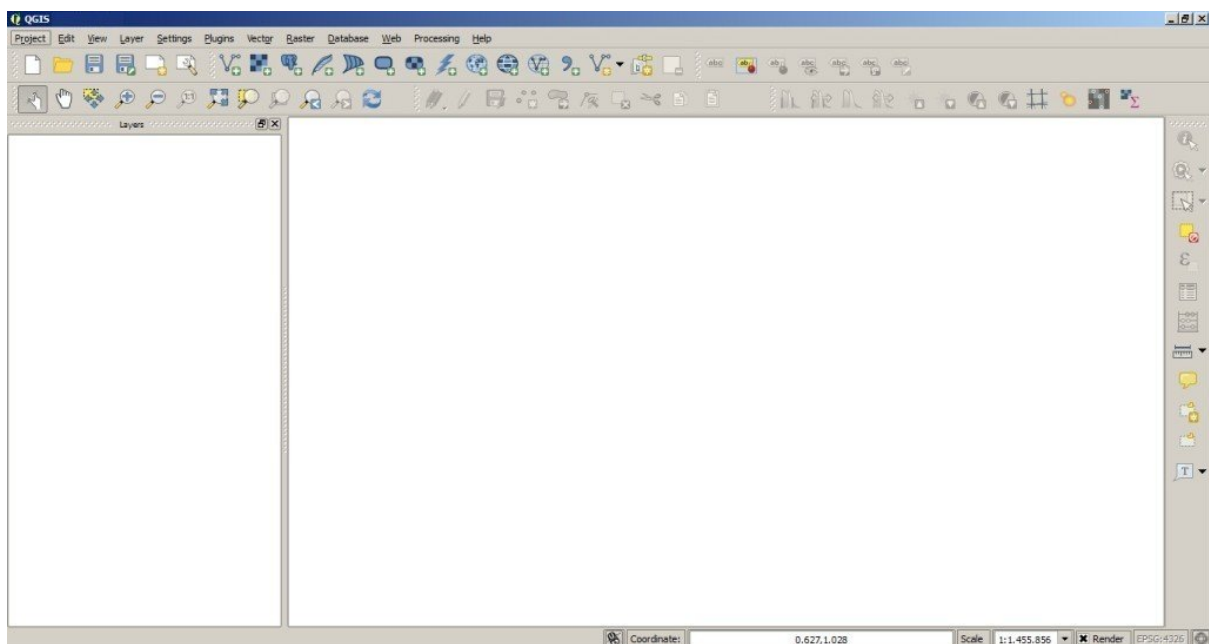
This chapter describes the installation of the Semi-Automatic Classification Plugin for the supported Operating Systems.

Встановлення у Windows 32 біт

Завантаження та встановлення QGIS

- Завантажте актуальну версію QGIS 32 біт [звідси](#) (безпосереднє завантаження QGIS 2.8 за цим [посиланням](#));
- Виконайте встановлення QGIS з правами адміністратора, приймаючи стандартні налаштування.

Тепер QGIS 2 встановлено.



Встановлення Semi-Automatic Classification Plugin

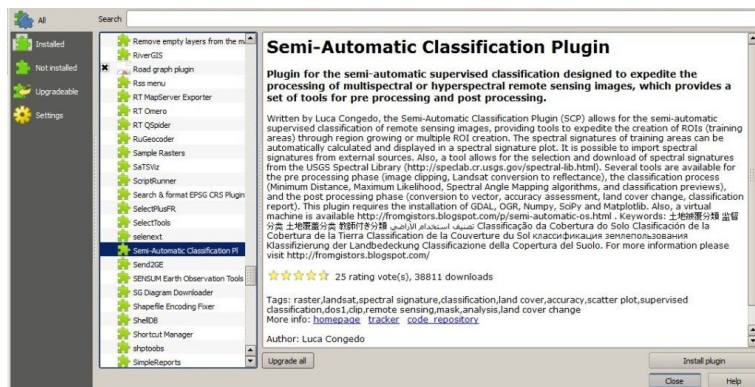
- Запустіть QGIS 2;

- З головного меню виберіть **Plugins > Manage and Install Plugins**;

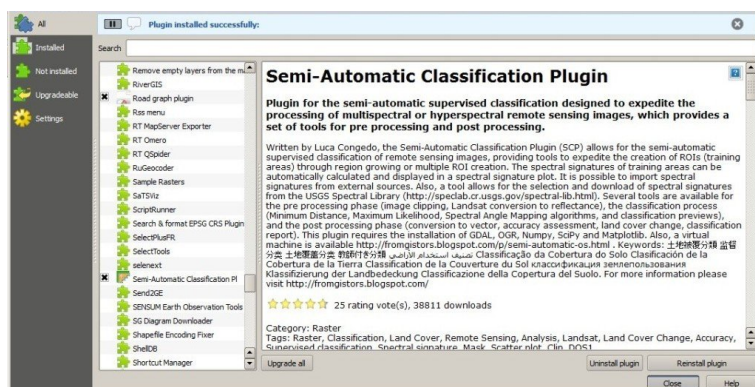


- З меню **All** виберіть **Semi-Automatic Classification Plugin** та натисніть кнопку **Install plugin**;

ПОРАДА: у випадку виникнення проблем або офлайн-встановлення рекомендовано ознайомитись з *How to install the plugin manually?* (page 263) та *How to install the plugin from the official SCP repository?* (page 263).

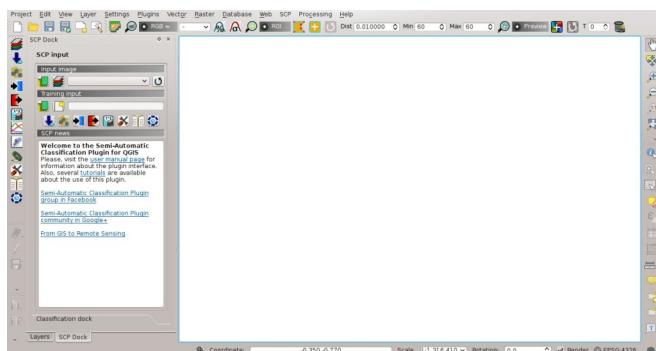


- SCP повинен бути активований автоматично; тим не менше, переконайтесь, що в меню **Installed** активовано **Semi-Automatic Classification Plugin** (для завершення встановлення SCP може знадобитись перезапуск QGIS);



Налаштування модуля

Тепер, коли **Semi-Automatic Classification Plugin** встановлено, до QGIS додано відповідні панелі. Також, з панелі меню QGIS доступне меню **SCP**. *Інструменти SCP* (page 31) та панель, що плаває, можна переміщувати відповідно до ваших потреб, як це показано на рисунку.

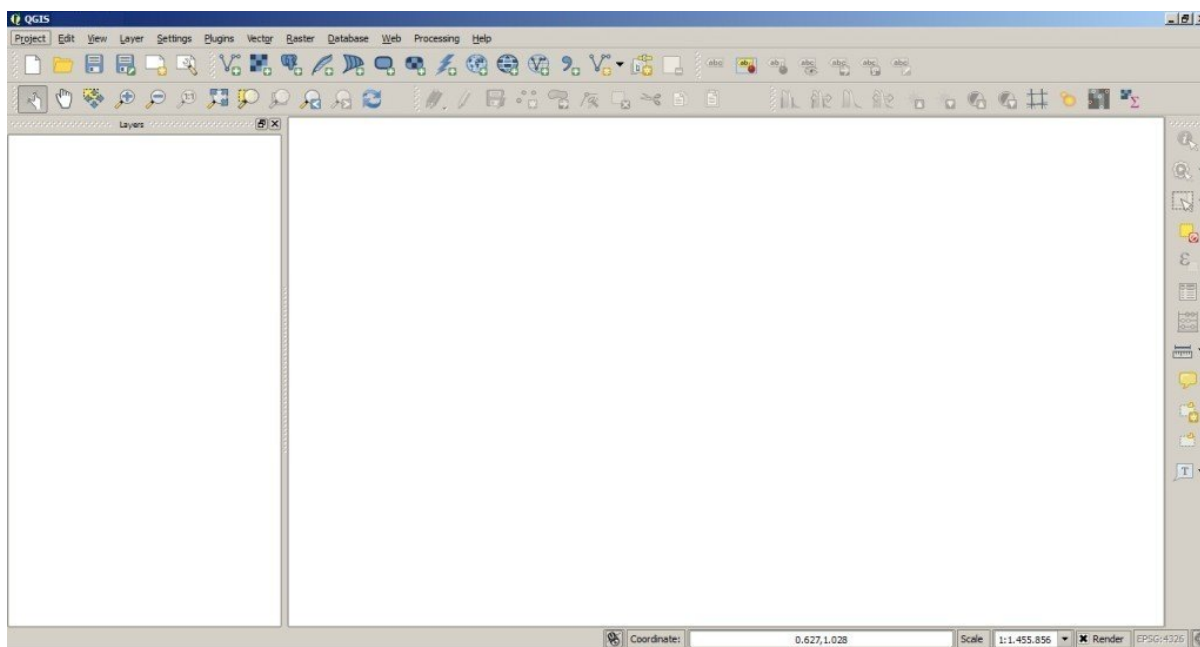


Встановлення у Windows 64 біт

Завантаження та встановлення QGIS

- Завантажте актуальну версію QGIS 64 біт [звідси](#) (безпосереднє завантаження QGIS 2.8 за цим [посиланням](#));
- Виконайте встановлення QGIS з правами адміністратора, приймаючи стандартні налаштування.

Тепер QGIS 2 встановлено.



Встановлення Semi-Automatic Classification Plugin

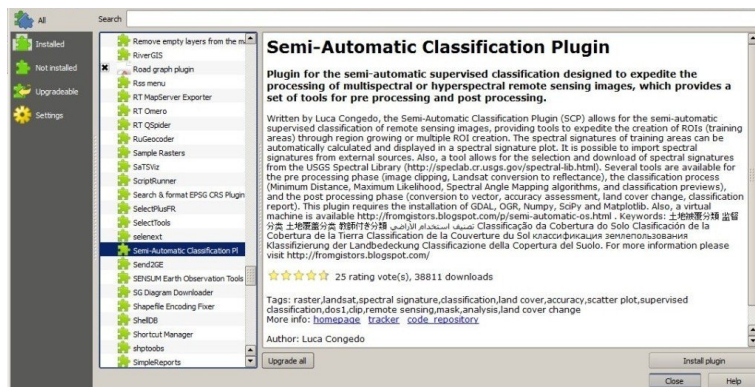
- Запустіть QGIS 2;

- З головного меню виберіть **Plugins > Manage and Install Plugins**;

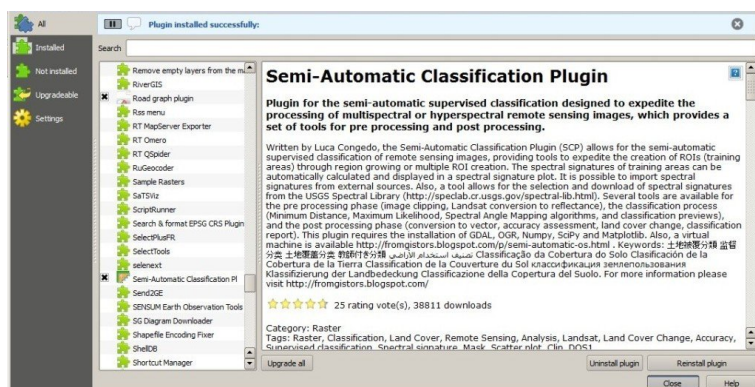


- З меню **All** виберіть **Semi-Automatic Classification Plugin** та натисніть кнопку **Install plugin**;

ПОРАДА: у випадку виникнення проблем або офлайн-встановлення рекомендовано ознайомитись з *How to install the plugin manually?* (page 263) та *How to install the plugin from the official SCP repository?* (page 263).

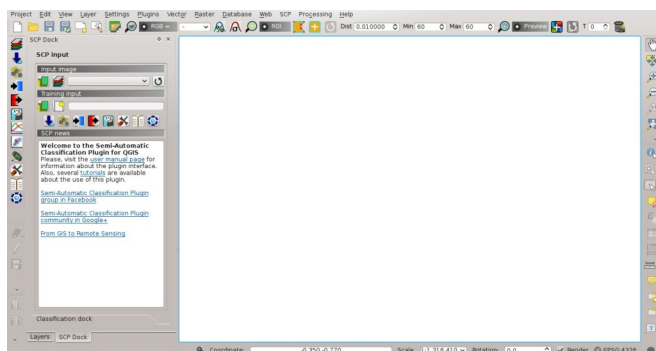


- SCP повинен бути активований автоматично; тим не менше, переконайтесь, що в меню **Installed** активовано **Semi-Automatic Classification Plugin** (для завершення встановлення SCP може знадобитись перезапуск QGIS);




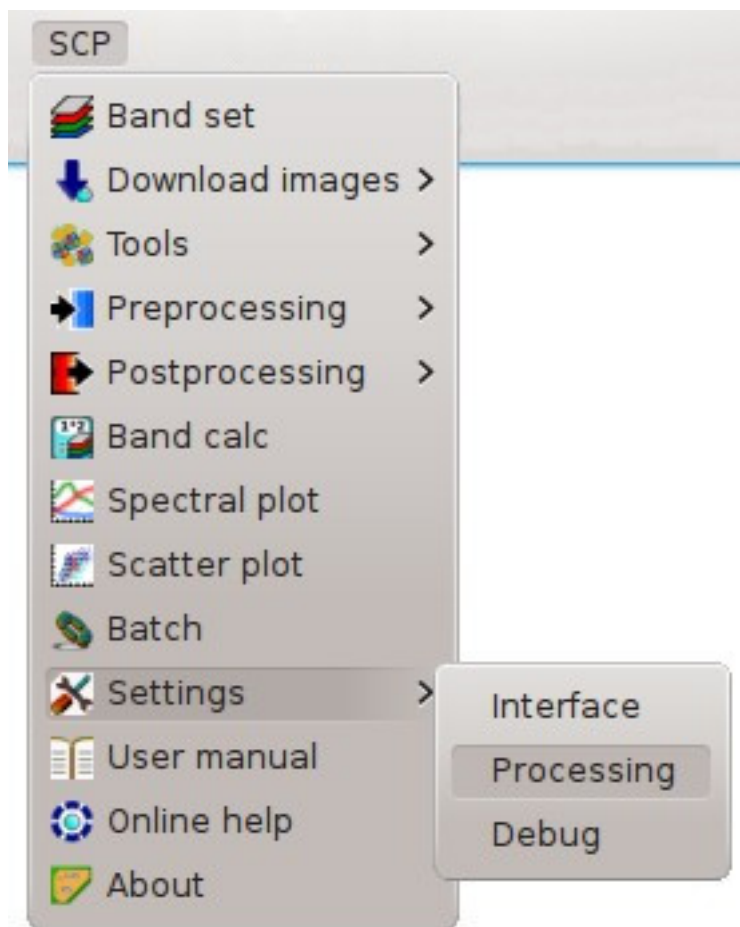
Налаштування модуля

Тепер, коли **Semi-Automatic Classification Plugin** встановлено, до **QGIS** додано відповідні панелі. Також, з панелі меню **QGIS** доступне меню **SCP**. *Інструменти SCP* (page 31) та панель, що плаває, можна переміщувати відповідно до ваших потреб, як це показано на рисунку.

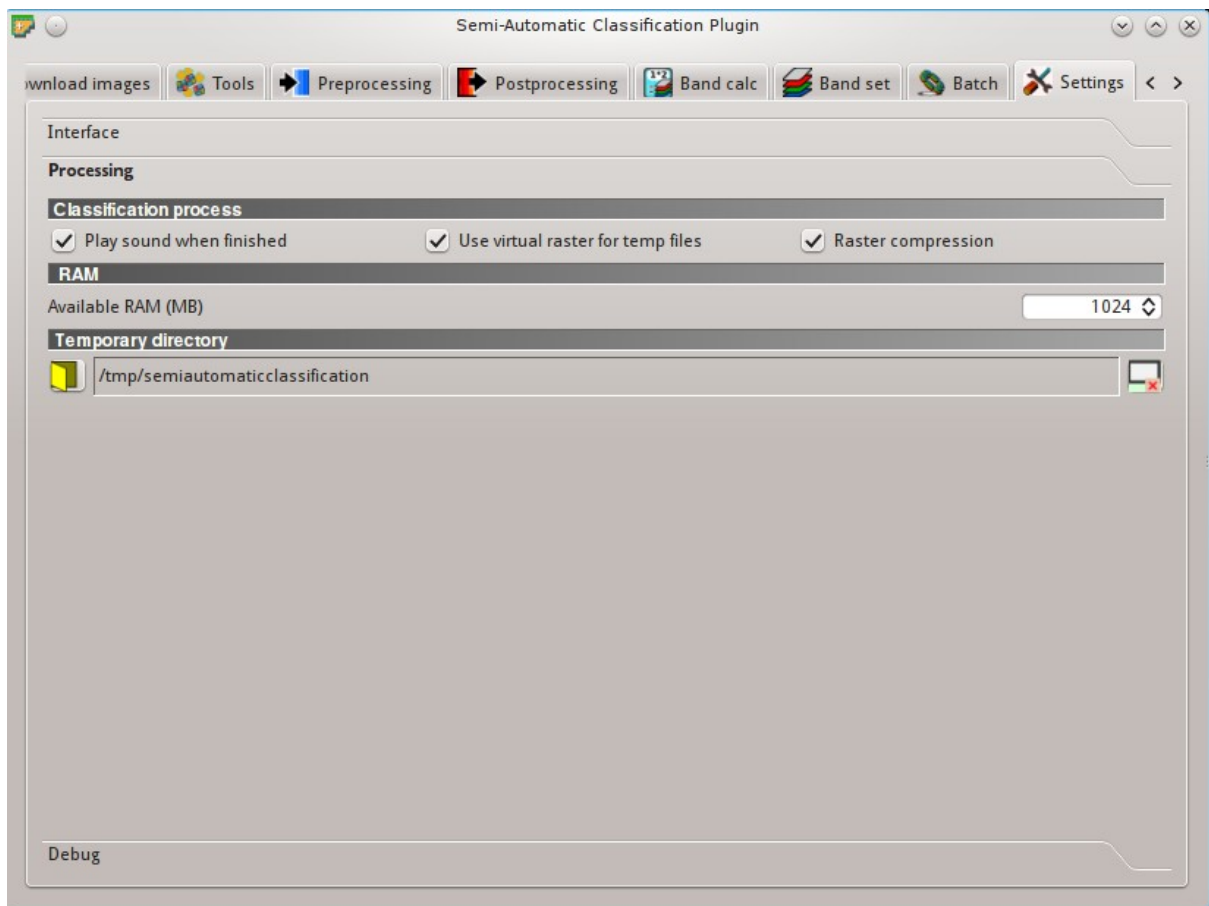


Для зменшення часу обробки рекомендується налаштувати доступну RAM. З *Меню SCP* (page 29)

виберіть  Settings > Processing .



У *Налаштування* (page 118), встановіть значення **Available RAM (MB)** вдвічі менше за системну RAM. Наприклад, якщо ваша система має 2 Гб RAM, то встановіть значення 1024 Мб.



Встановлення в Ubuntu Linux

Завантаження та встановлення QGIS

- Відкрийте термінал та надрукуйте:

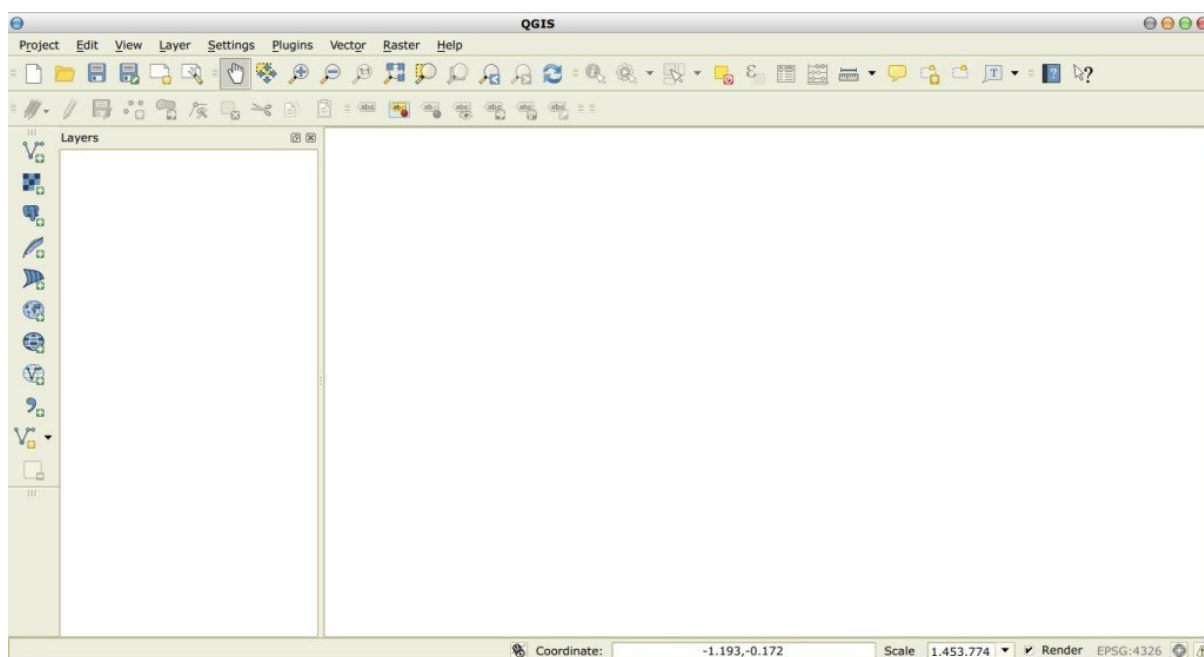
```
sudo apt-get update
```

- Натисніть Enter та надрукуйте пароль користувача;
- Надрукуйте в терміналі:

```
sudo apt-get install qgis python-matplotlib python-scipy
```

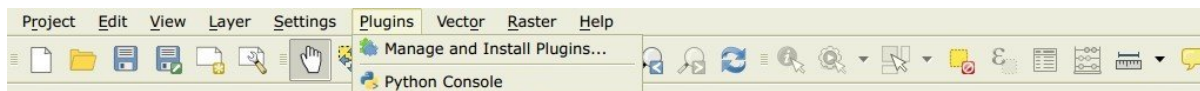
- Натисніть Enter та зачекайте поки програмне забезпечення буде завантажене та встановлене.

Тепер QGIS 2 встановлено.



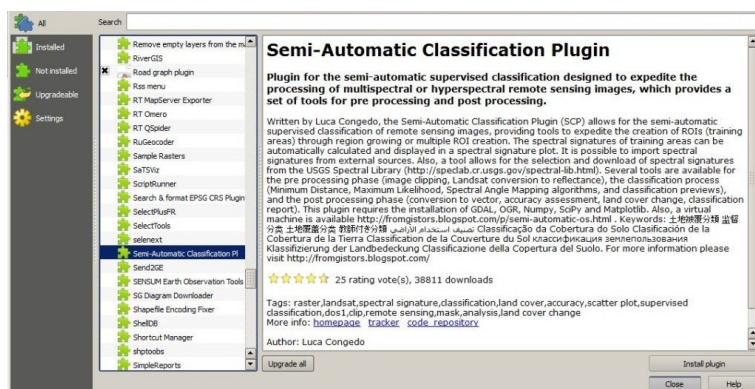
Встановлення Semi-Automatic Classification Plugin

- Запустіть QGIS 2;
- З головного меню виберіть **Plugins > Manage and Install Plugins...**;

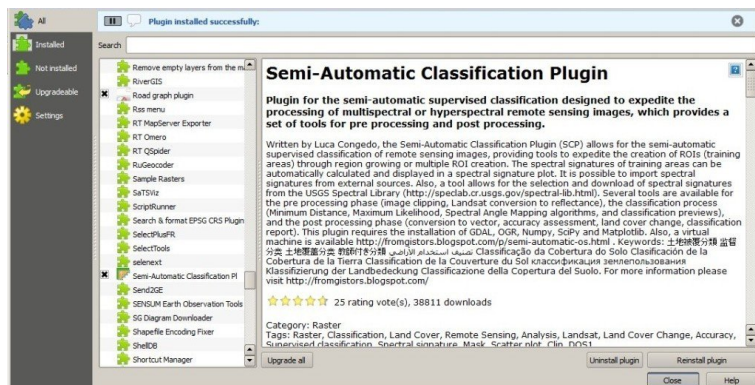


- З меню **All** виберіть **Semi-Automatic Classification Plugin** та натисніть кнопку **Install plugin**;

ПОРАДА: у випадку виникнення проблем або офлайн-встановлення рекомендовано ознайомитись з [How to install the plugin manually?](#) (page 263) та [How to install the plugin from the official SCP repository?](#) (page 263).

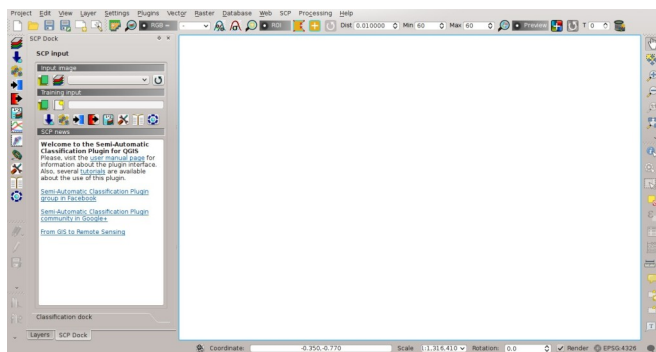


- SCP повинен бути активований автоматично; тим не менше, переконайтесь, що в меню **Installed** активовано **Semi-Automatic Classification Plugin** (для завершення встановлення SCP може знадобитись перезапуск QGIS);




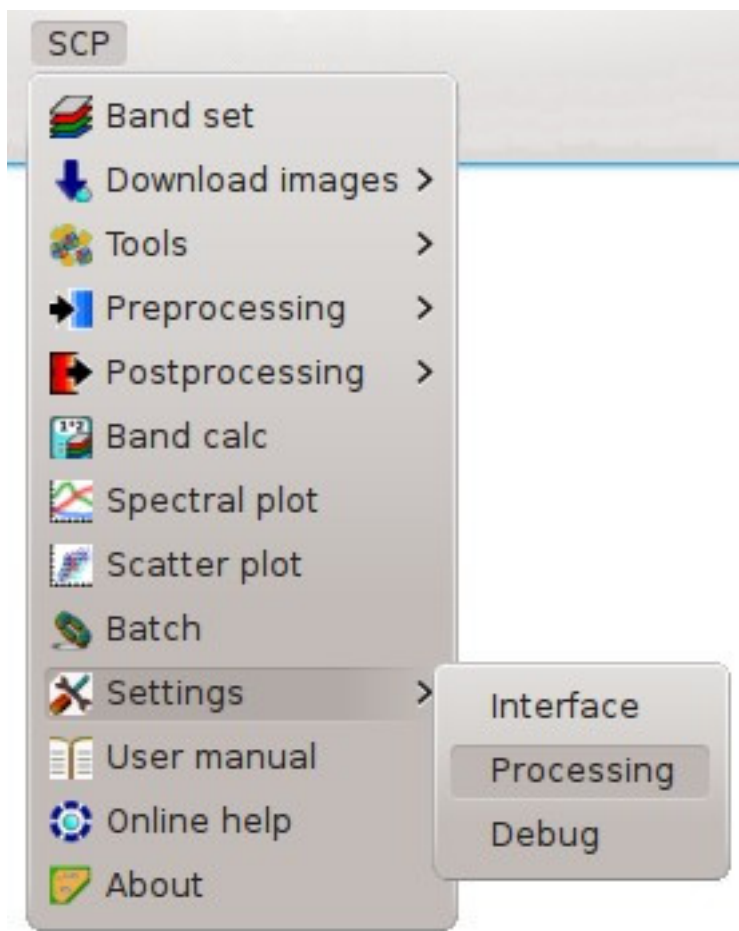
Налаштування модуля

Тепер, коли Semi-Automatic Classification Plugin встановлено, до QGIS додано відповідні панелі. Також, з панелі меню QGIS доступне меню **SCP**. [Інструменти SCP](#) (page 31) та панель, що плаває, можна переміщувати відповідно до ваших потреб, як це показано на рисунку.

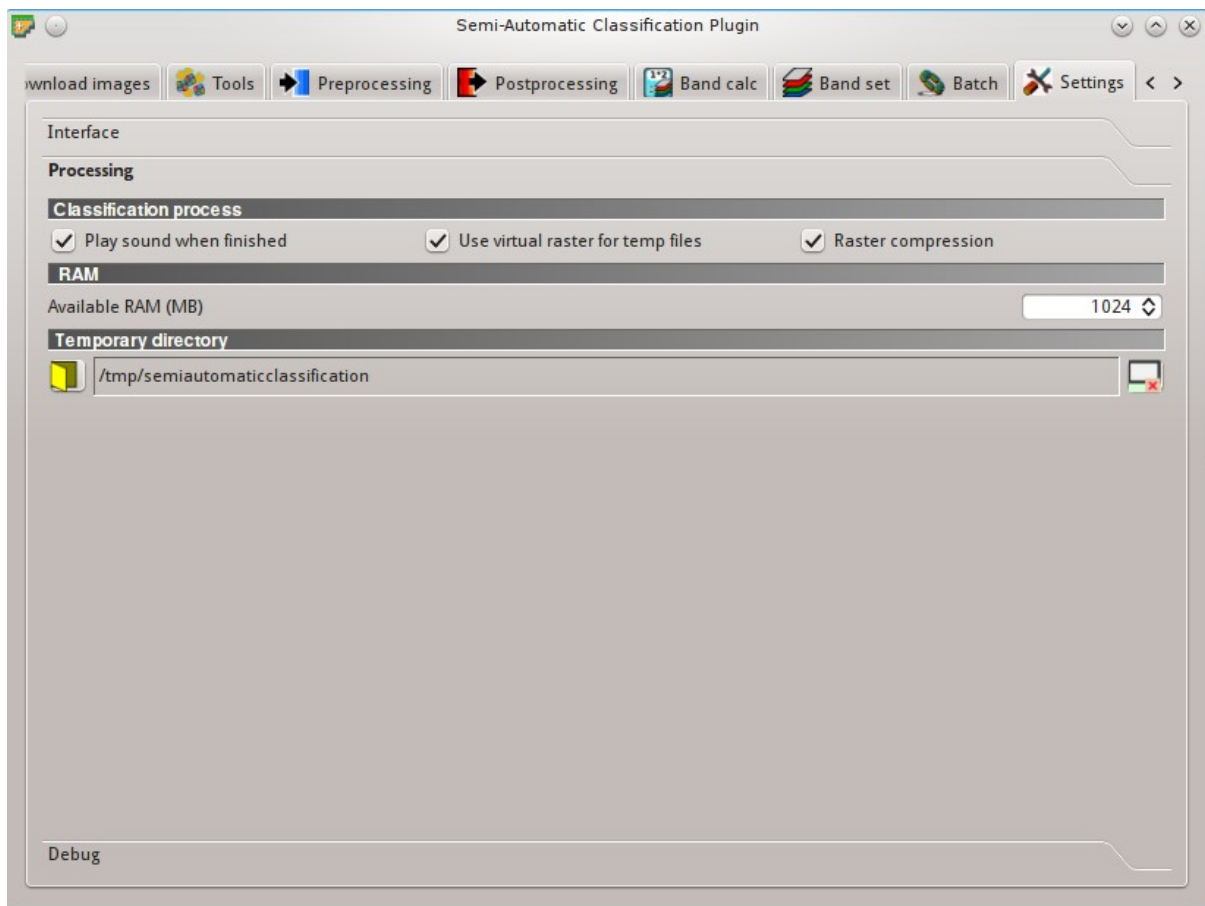


Для зменшення часу обробки рекомендується налаштувати доступну RAM. З *Меню SCP* (page 29)

виберіть  **Settings > Processing**.



У *Налаштування* (page 118), встановіть значення **Available RAM (MB)** вдвічі менше за системну RAM. Наприклад, якщо ваша система має 2 Гб RAM, то встановіть значення 1024 Мб.



Встановлення в Debian Linux

Завантаження та встановлення QGIS

- Відкрийте термінал та надрукуйте:

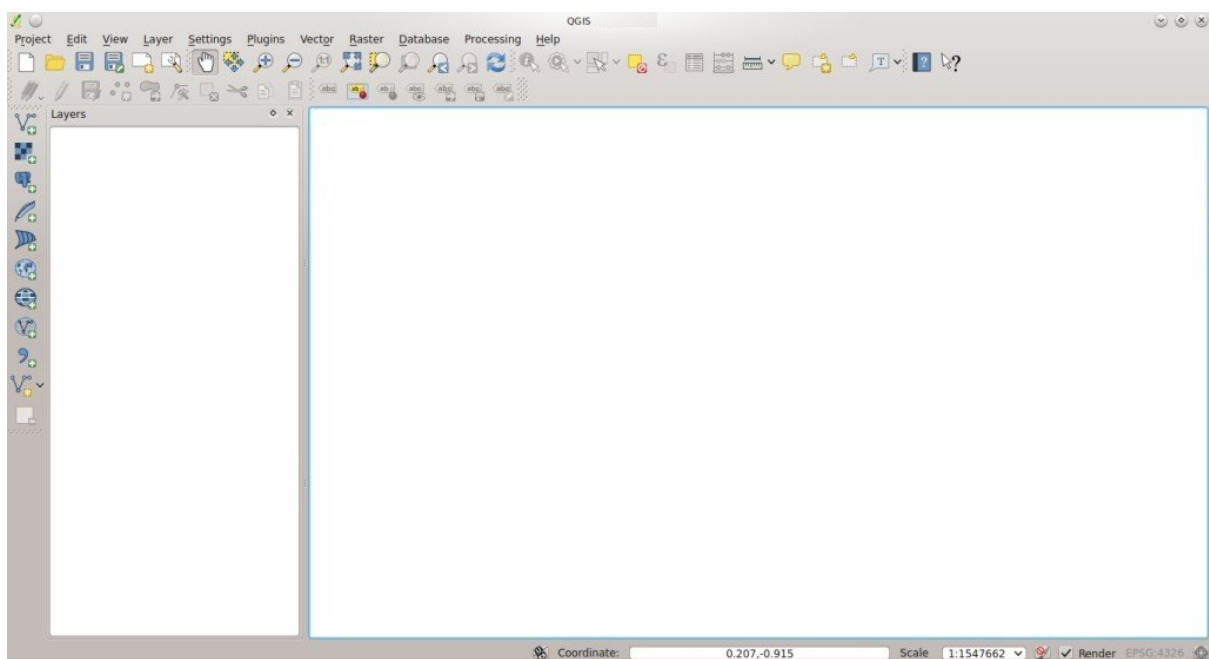
```
sudo apt-get update
```

- Натисніть Enter та надрукуйте пароль користувача;
- Надрукуйте в терміналі:

```
sudo apt-get install qgis python-matplotlib python-scipy
```

- Натисніть Enter та зачекайте поки програмне забезпечення буде завантажено та встановлено.

Тепер QGIS 2 встановлено.



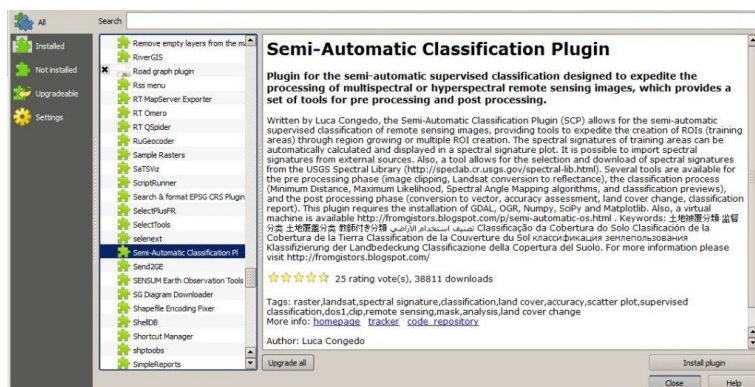
Встановлення Semi-Automatic Classification Plugin

- Запустіть QGIS 2;
- З головного меню виберіть **Plugins > Manage and Install Plugins...**;

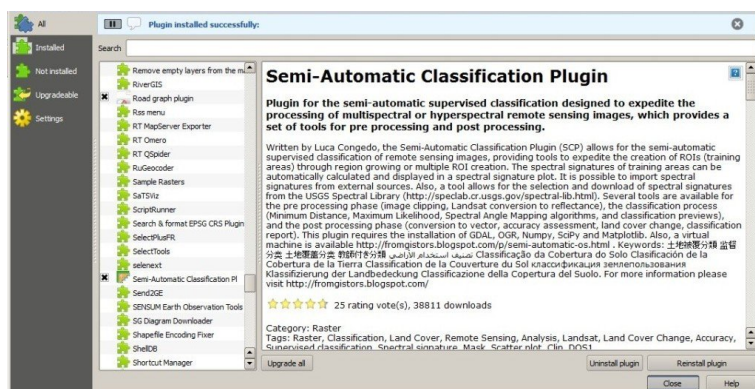


- З меню All виберіть Semi-Automatic Classification Plugin та натисніть кнопку **Install plugin**;

ПОРАДА: у випадку виникнення проблем або офлайн-встановлення рекомендовано ознайомитись з *How to install the plugin manually?* (page 263) та *How to install the plugin from the official SCP repository?* (page 263).

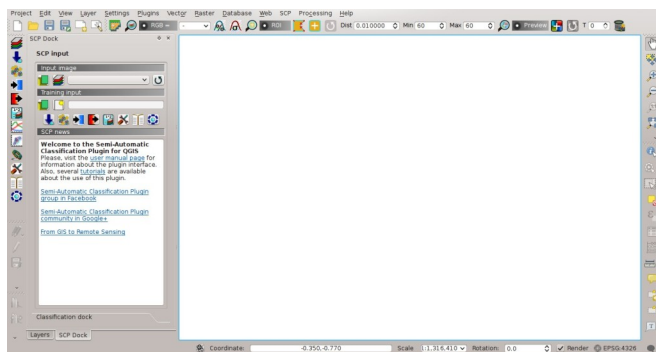


- SCP повинен бути активований автоматично; тим не менше, переконайтесь, що в меню **Installed** активовано Semi-Automatic Classification Plugin (для завершення встановлення SCP може знадобитись перезапуск QGIS);




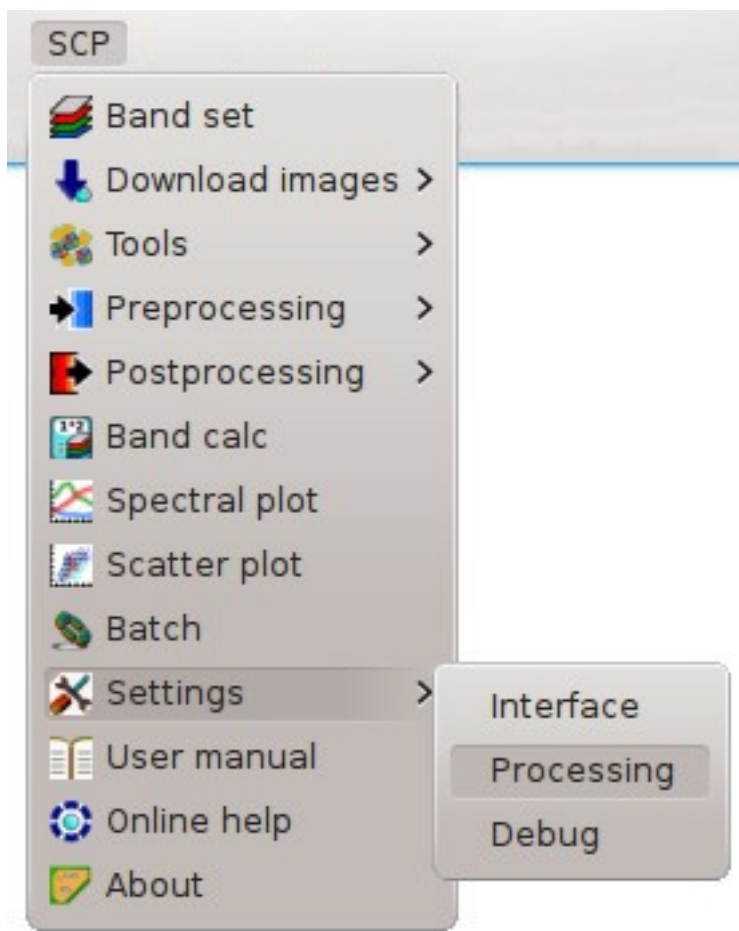
Налаштування модуля

Тепер, коли Semi-Automatic Classification Plugin встановлено, до QGIS додано відповідні панелі. Також, з панелі меню QGIS доступне меню SCP. *Інструменти SCP* (page 31) та панель, що плаває, можна переміщувати відповідно до ваших потреб, як це показано на рисунку.

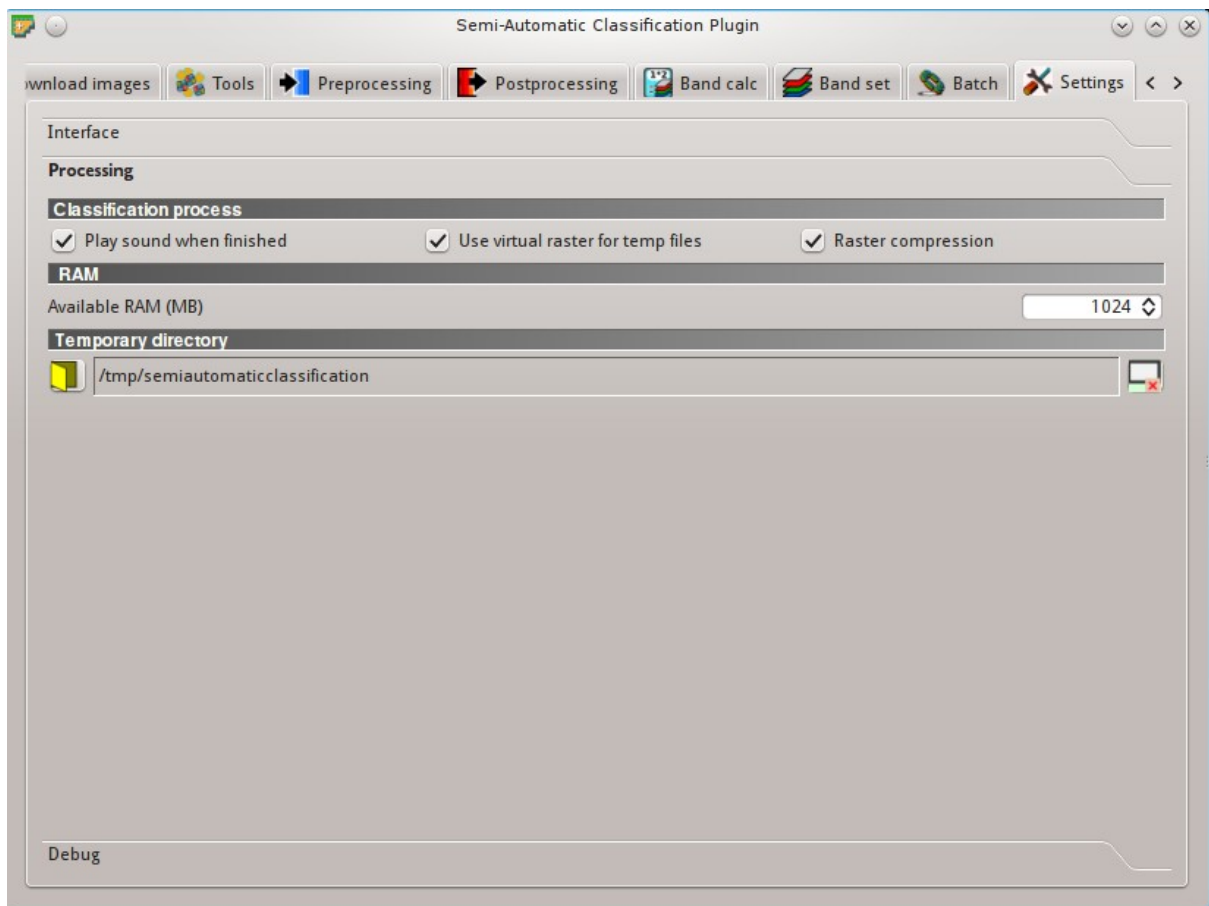


Для зменшення часу обробки рекомендується налаштувати доступну RAM. З *Меню SCP* (page 29)

виберіть  **Settings > Processing**.



У *Налаштування* (page 118), встановіть значення **Available RAM (MB)** вдвічі менше за системну RAM. Наприклад, якщо ваша система має 2 Гб RAM, то встановіть значення 1024 Мб.

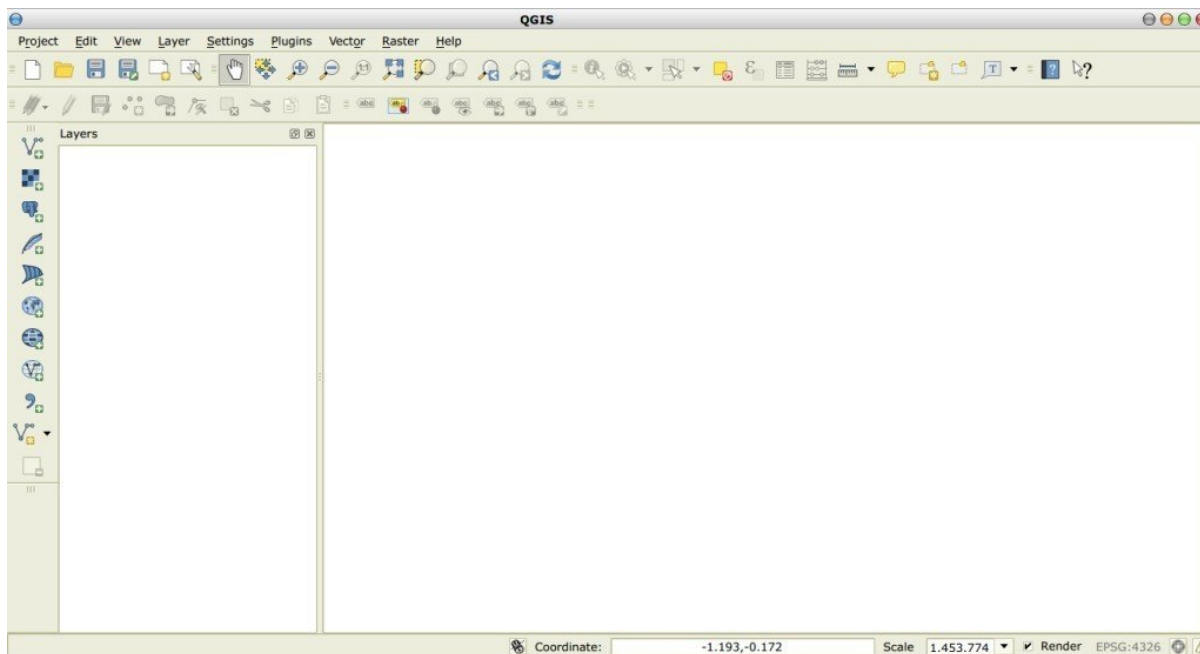


Встановлення в ОС Mac

Завантаження та встановлення QGIS

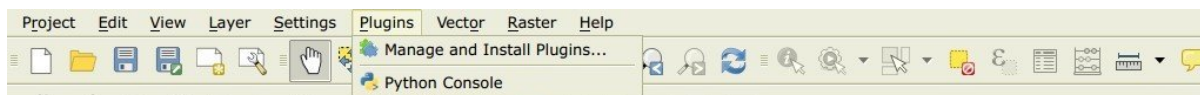
- Завантажте та встановіть актуальну версію QGIS та GDAL [звідси](#) .
- Додатково завантажте та встановіть модулі Python Numpy, Scipy та Matplotlib за цим [посиланням](#) .

Тепер QGIS 2 встановлено.



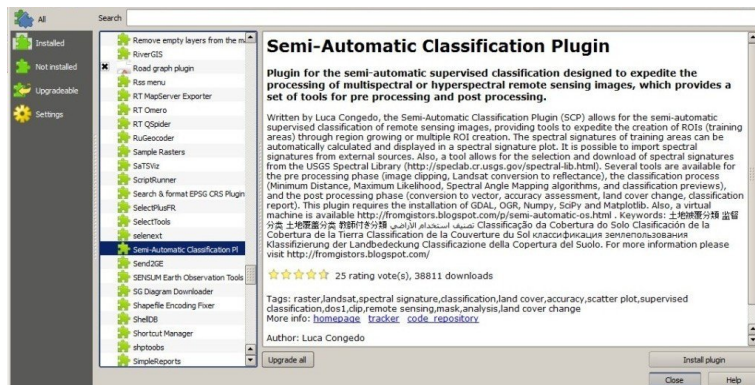
Встановлення Semi-Automatic Classification Plugin

- Запустіть QGIS 2;
- З головного меню виберіть Plugins > Manage and Install Plugins;

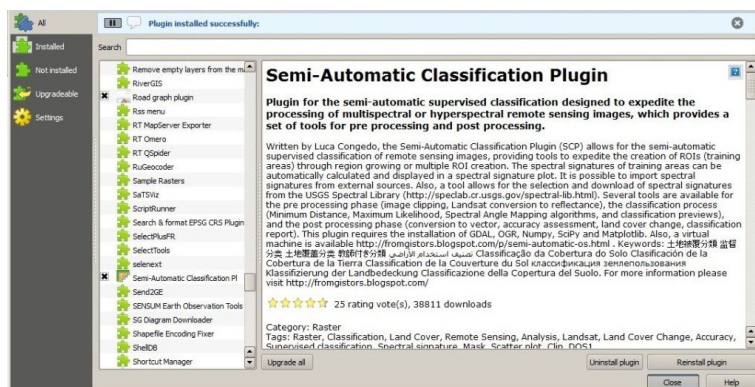


- З меню All виберіть Semi-Automatic Classification Plugin та натисніть кнопку Install plugin;

ПОРАДА: у випадку виникнення проблем або офлайн-встановлення рекомендовано ознайомитись з *How to install the plugin manually?* (page 263) та *How to install the plugin from the official SCP repository?* (page 263).

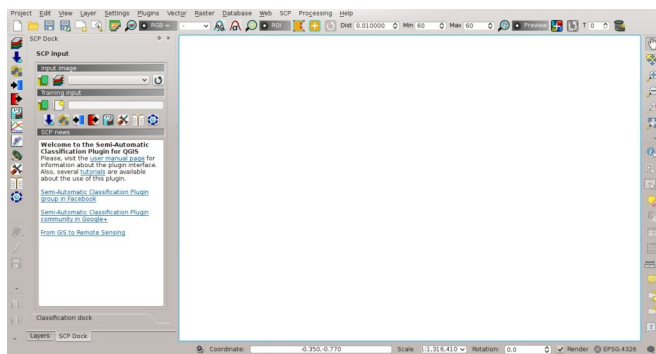


- SCP повинен бути активований автоматично; тим не менше, переконайтесь, що в меню Installed активовано Semi-Automatic Classification Plugin (для завершення встановлення SCP може знадобитись перезапуск QGIS);




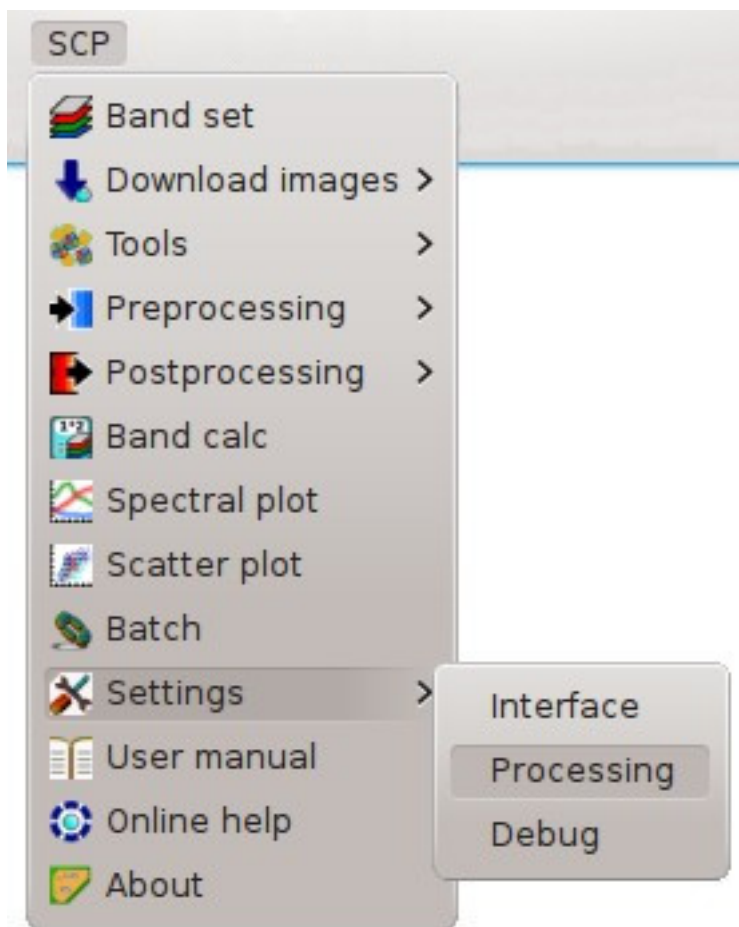
Налаштування модуля

Тепер, коли Semi-Automatic Classification Plugin встановлено, до QGIS додано відповідні панелі. Також, з панелі меню QGIS доступне меню SCP. *Інструменти SCP* (page 31) та панель, що плаває, можна переміщувати відповідно до ваших потреб, як це показано на рисунку.

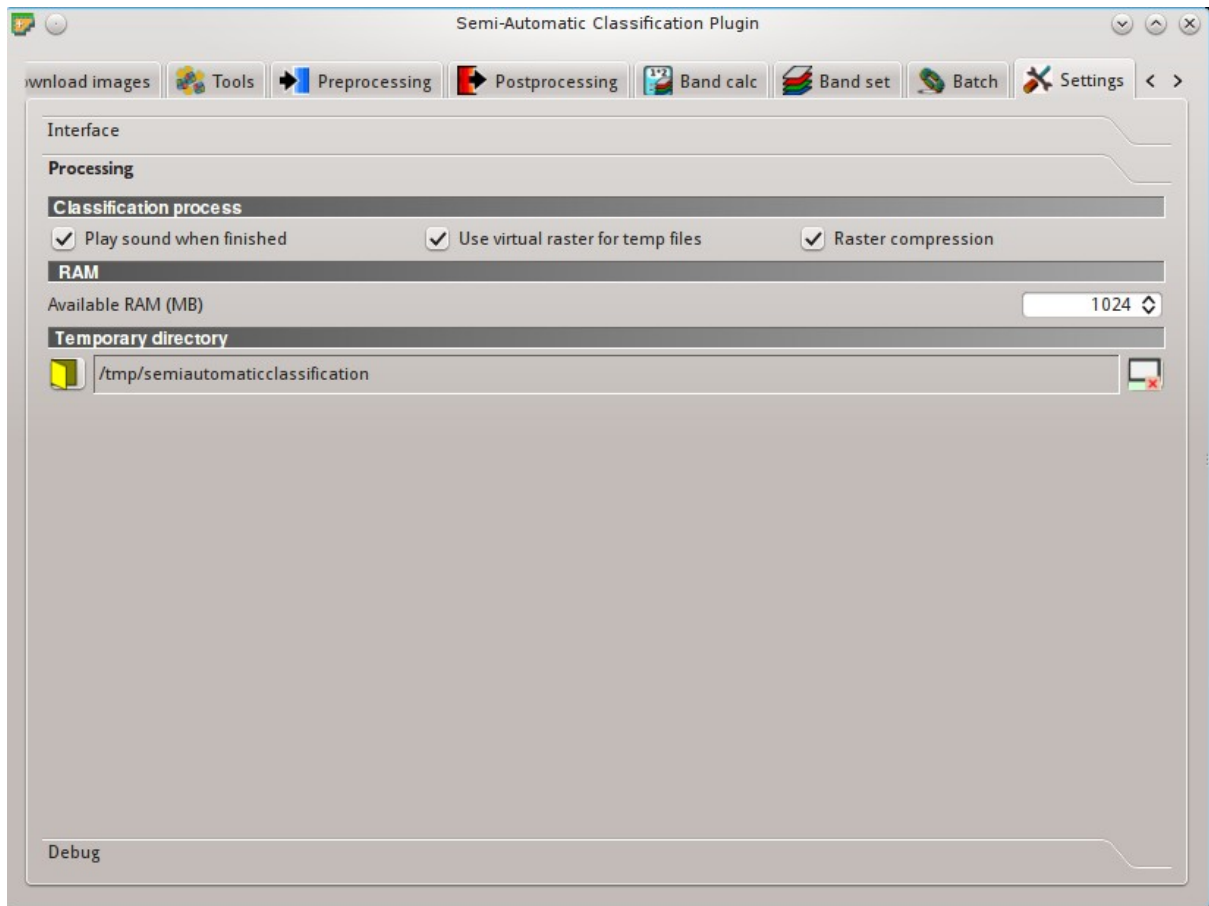


Для зменшення часу обробки рекомендується налаштувати доступну RAM. З *Меню SCP* (page 29)

виберіть  Settings > Processing .



У *Налаштування* (page 118), встановіть значення **Available RAM (MB)** вдвічі менше за системну RAM. Наприклад, якщо ваша система має 2 Гб RAM, то встановіть значення 1024 Мб.



Частина ІІІ

Інтерфейс SCP

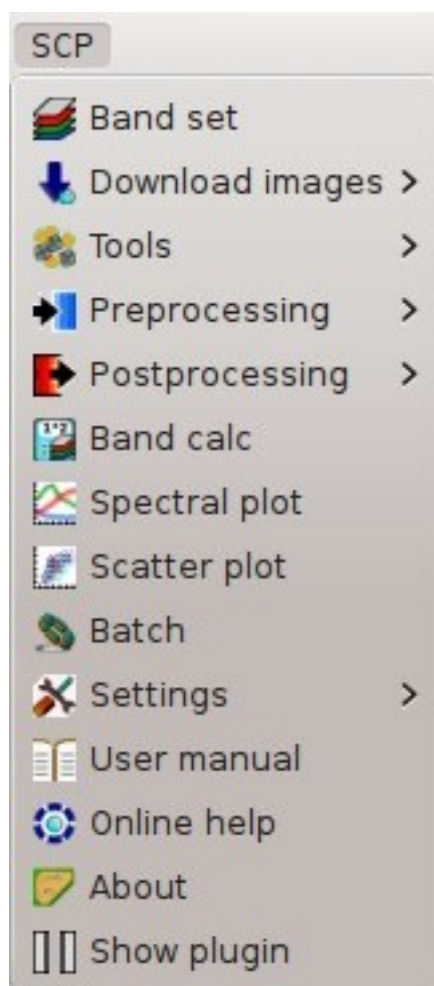














Fig. 6.1: Меню SCP

Меню SCP забезпечує доступ до основних функцій *Головне вікно інтерфейсу* (page 49), *Графік спектральних сигнатур* (page 125) та *Графік розсію* (page 133).











-  *Набір каналів* (page 111);
-  *Завантаження знімків* (page 51);
-  *Інструменти* (page 65);
-  *Передоброблення* (page 77);
-  *Післяоброблення* (page 92);
-  *Калькулятор каналів* (page 107);
-  *Графік спектральних сигнатур* (page 125);
-  *Графік розсіву* (page 133);
-  *Пакетне опрацювання* (page 114);
-  *Налаштування* (page 118);
-  *Посібник користувача*: відкриває онлайн-посібник користувача у веб-переглядачі;
-  *Онлайн-довідка*: відкриває [Онлайн-довідку](#) у веб-переглядачі; також, для поширення інформації та отримання допомоги щодо роботи з SCP доступні [Група Facebook](#) та [Спільнота Google+](#) ;
-  *Показати модуль*: показати всі інструменти та панелі SCP, якщо вони були приховані;


Інструменти SCP



Fig. 7.1: Інструменти SCP

Панель інструментів *Інструменти SCP* забезпечує доступ до основних функцій *Головне вікно інтерфейсу* (page 49), *Графік спектральних сигнатур* (page 125) та *Графік розсіву* (page 133).

-  *Набір каналів* (page 111);
-  *Завантаження знімків* (page 51);
-  *Інструменти* (page 65);
-  *Передоброблення* (page 77);
-  *Післяоброблення* (page 92);
-  *Калькулятор каналів* (page 107);
-  *Графік спектральних сигнатур* (page 125);
-  *Графік розсіву* (page 133);
-  *Пакетне опрацювання* (page 114);
-  *Налаштування* (page 118);
-  *Посібник користувача*: відкрити онлайн-посібник користувача у веб-переглядачі;

-  *Онлайн-довідка:* відкриває [Онлайн-довідку](#) у веб-переглядачі; також, для поширення інформації та отримання допомоги щодо роботи з SCP доступні [Група Facebook](#) та [Спільнота Google+](#) ;

Робоча панель

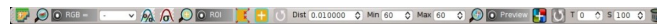


Fig. 8.1: Робоча панель

Робоча панель забезпечує відображення *Входове зображення* (page 38), створення *тимчасових ROI* та *попередній перегляд результатів класифікації*.

Ці функції детально описано нижче з використанням наступних умовних позначень:


 = Введення дати

 = Введення тексту


 = Вибір елемента з переліку


 = Введення числа

 = Необов'язковий елемент



 = Налаштування зберігається в активному проекті QGIS





 = Налаштування зберігаються в реєстрі QGIS

 = Повзунок

 = Таблиця






Контроль знімка

-  : показати *Головне вікно інтерфейсу* (page 49);
-  : збільшити мапу до охоплення *Входове зображення* (page 38);



-  **RGB=**  : використовуйте цю кнопку, щоб показати/сховати *Входове зображення* (page 38) на мапі; з переліку виберіть *Кольоровий композит* (page 151), яку слід застосувати до *Входове зображення* (page 38); нові кольорові комбінації можуть бути визначені, якщо надрукувати номери каналів, розділені - або ; або , (наприклад, RGB = 4-3-2 або RGB = 4;3;2 або RGB = 4,3,2);
-  : відобразити входовий знімок, розтягуючи мінімальне та максимальне значення відповідно до накопиченої наявності (cumulative count) поточного охоплення мапи;
-  : відобразити входовий знімок, розтягуючи мінімальне та максимальне значення відповідно до стандартного відхилення (standard deviation) поточного охоплення мапи;


Тимчасові ROI

Тимчасова ROI це відображений на мапі тимчасовий полігон, який може бути збережений як постійний до *Входові навчальні дані* (page 40). *Тимчасова ROI* може бути окреслена вручну або з застосуванням *Алгоритм нарощування області* (page 155).

-  : збільшити мапу до охоплення *тимчасової ROI*;
-  **ROI**: використовуйте цю кнопку, щоб показати/сховати *тимчасові ROI* та *Входові навчальні дані* на мапі;
-  : активуйте вказівник, щоб створити *тимчасову ROI* окреслюванням полігону на мапі; клацанням лівою кнопкою мишки на мапі визначте вузли ROI та клацанням правою кнопкою мишки визначте останній вузол, що замкне полігон; натисніть на клавіатурі кнопку CTRL, щоб додати багаточастинний полігон; натисніть на клавіатурі кнопки CTRL + Z, щоб видалити останній багаточастинний полігон;
-  : активуйте вказівник, щоб створити *тимчасову ROI* з використанням алгоритму нарощування області; клацніть лівою кнопкою мишки на мапі, щоб створити ROI; клацніть правою кнопкою мишки на мапі, щоб відобразити спектральну сигнатуру пікселя *Входове зображення* (page 38) на *Графік спектральних сигнатур* (page 125); натисніть на клавіатурі кнопку CTRL, щоб додати багаточастинний полігон (нові частини не створюються, якщо наявне перекриття з іншими частинами); натисніть кнопки клавіатури CTRL + Z, щоб видалити останній багаточастинний полігон;
-  : створити *тимчасову ROI* з використанням алгоритму нарощування області в тому самому пікселі-насінині, що і попередню; це може бути зручно після зміни *параметрів нарощування області*;

Параметри нарощування області: наступні параметри необхідні для створення ROI з застосуванням

- Dist**  : встановити інтервал, який визначає максимальну спектральну відстань між пікселем-насіниною та пікселями, що його оточують (у радіометричних одиницях);
- Min**  : встановити мінімальну площу ROI (в пікселях); це налаштування заміщає Радіус дапазону, доки не досягнуто мінімальний розмір ROI; якщо *Швидка ROI* за каналом активовано, тоді ROI матиме розмір не менший за **Min** розмір ROI; якщо *Швидка ROI* за каналом не активовано, тоді ROI може мати розмір менший за **Min** розмір ROI;

-  : встановити максимальну ширину ROI в пікселях (тобто довжину сторони квадрата з центром в пікселі-насініні, до якого вписана ROI);

Попередній перегляд результатів класифікації








Попередній перегляд класифікації забезпечує відображення тимчасової класифікації (тобто попередній перегляд результатів класифікації). Попередній перегляд класифікації зручний для перевірки алгоритму на невеликому фрагменті *Входове зображення* (page 38) перш ніж проводити класифікацію всього знімка, яка може зайняти тривалий час (дивіться *Результат класифікації* (page 46)).

Попередній перегляд класифікації виконується відповідно до параметрів, визначених у *Алгоритм класифікації* (page 45).

Додатково до растру класифікації, може бути відображений *Растр алгоритму* (page 162), який зручний для оцінки відстані між пікселем, віднесеним до класу *X*, та відповідною спектральною сигнатурою *X*. На *Попередній перегляд класифікації* чорні пікселі знаходяться на значних відстанях від відповідних спектральних сигнатур (можливо нові ROI або спектральні сигнатури повинні бути зібрані для цих ділянок), а білі пікселі ближчі до відповідної спектральної сигнатури (відповідно, спектральна сигнатура коректно характеризує ці пікселі).

Після створення нового попереднього перегляду, старі попередні перегляди в панелі легенди QGIS Layers переміщуються до групи *Class_temp_group* (ім'я групи може бути змінене у *Ім'я тимчасової групи* (page 119)) та видаляються після закриття сесії QGIS.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: Попередні перегляди результатів класифікації автоматично видаляються з диска, коли сесія QGIS закривається; при повторному відкритті збереженого проекту повідомлення QGIS може попросити вказати шлях до зниклих шарів (це повідомлення може бути проігнороване) .

-  : збільшити мапу до охоплення останнього *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35);
-  *Попередній перегляд*: використовуйте цю кнопку, щоб показати/сховати останній *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35) на мапі;
-  : активувати вказівник, щоб створити *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35); клацніть лівою кнопкою мишки на карті, щоб розпочати процес класифікації та відобразити попередній перегляд її результатів; клацніть правою кнопкою мишки, щоб розпочати процес класифікації та відобразити *Растр алгоритму* (page 162) попереднього перегляду;
-  : створити новий *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35) з центром в тому самому пікселі, що і попередній;
- *T*  : динамічно змінити прозорість попереднього перегляду результатів класифікації для зручності її співставлення з іншими шарами;
- *S*  : розмір попереднього перегляду в пікселях (довжина сторони квадрата з центром в пікселі на якому клацнули);
-  : видалити з QGIS *попередні перегляди класифікацій*, які знаходяться в *Class_temp_group*;

- *Вхідові дані SCP* (page 38)
 - *Вхідове зображення* (page 38)
 - *Вхідові навчальні дані* (page 40)
 - *Новини SCP* (page 41)
- *Панель класифікації* (page 41)
 - *Перелік сигнатур ROI* (page 41)
 - *Створення ROI* (page 42)
 - *Макрокласи* (page 44)
 - *Алгоритм класифікації* (page 45)
 - *Результат класифікації* (page 46)

Панель SCP забезпечує визначення вхідових даних, створення ROI (Regions Of Interest - областей інтересу) та спектральних сигнатур, проведення класифікації вхідового зображення.

Вхідове зображення (page 38) для класифікації може бути багатоканальний растр або набір окремих каналів, визначених у *Набір каналів* (page 111).

Вхідові навчальні дані (page 40), створений *SCP*, зберігає полігони ROI та спектральні сигнатури, що використовуються для проведення класифікації земельного покриття *Вхідове зображення* (page 38).

ROI це полігони, що використовуються для визначення спектральних характеристик класів земельного покриття. *SCP* забезпечує створення *тимчасових полігонів ROI* з використанням алгоритму нарощування області або ручного окреслювання. При застосуванні алгоритму нарощування області зображення сегментується навколо пікселя-насінини з включенням спектрально однорідних пікселів. *Тимчасові полігони ROI* можуть бути збережені до *Вхідові навчальні дані* (page 40) разом з спектральними сигнатурами ROI. Варто зазначити, що класифікація завжди ґрунтується на спектральних сигнатурах.

В *SCP* класи земельного покриття (та ROI) визначаються системою *Класів (ID класу)* та *Макрокласів (ID макрокласу)* (див. *Класи та макрокласи* (page 157)), які використовуються в процесі класифікації; кожний *ID макрокласу* співвідноситься з *Характеристика макрокласу* (тобто ім'я

макрокласу) та кожний *ID класу* співвідноситься з *Характеристика класу* (тобто ім'я класу), але тільки *ID макрокласу* та *ID класу* використовуються в процесі класифікації.

Вхідні навчальні дані складаються з векторної частини (тобто, шейпфайлу) та незалежної частини спектральних сигнатур. Атрибутивна таблиця векторної частини містить поля, які охарактеризовано в таблиці нижче.

Поля вхідних навчальних даних

Характеристика	Ім'я поля	Тип поля
Унікальний ідентифікатор макрокласу	MC_ID	ціле
Характеристика макрокласу	MC_info	текст
Унікальний ідентифікатор класу	C_ID	ціле
Характеристика класу	C_info	текст

Спектральні сигнатури класів розраховуються на основі ROI та зберігаються до *Вхідні навчальні дані* (page 40). Крім того, спектральні сигнатури можуть бути імпортовані з інших джерел (див. *Імпорт сигнатур* (page 67)).

Використання *ID макрокласу* або *ID класу* для проведення класифікації визначається вибором *Використовувати MC ID* або *C ID* на вкладці *Алгоритм класифікації* (page 45). Варто зазначити, що при використанні *ID макрокласу* всі спектральні сигнатури оцінюються поокремо та кожен піксель відноситься до відповідного *MC ID* (тобто комбінування сигнатур перед класифікацією відсутнє).

Класифікація може бути проведена як для всього зображення (*Результат класифікації* (page 46)) так і для його частини зі створенням *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35).

Ці функції детально описано нижче з використанням наступних умовних позначень:

 = Введення дати

 = Введення тексту


 = Вибір елемента з переліку


 = Введення числа

 = Необов'язковий елемент

 = Налаштування зберігається в активному проекті QGIS

 = Налаштування зберігається в реєстрі QGIS

 = Повзунок

 = Таблиця

Вхідні дані SCP

Вхідне зображення

Ця частина дозволяє визначити зображення для проведення класифікації. Растрові файли повинні бути вже завантаженими до QGIS.

Вхідним зображенням може бути багатоканальний растр або набір окремих каналів, визначений у *Набір каналів* (page 111). Якщо обрано багатоканальний растр, перелік його каналів буде наведений у *Набір каналів* (page 111).






- : відкрити один або декілька растрових файлів та додати їх до *Набір каналів* (page 111);



Fig. 9.1: Вхідні дані SCP













-  : відкрити *Набір каналів* (page 111);
- *Входове зображення*   : вибрати входове зображення з переліку багатоканальних зображень, завантажених до QGIS; якщо визначено *Набір каналів* (page 111), то цей перелік міститиме елемент << *band set* >>;
-  : оновити перелік шарів;

Входові навчальні дані

Входові навчальні дані це файл `.scp`, створений в *SCP* (тобто, zip-файл, що містить шейп-файл та xml-файл), та використовується для збереження ROI та спектральних сигнатур.

Застереження: Перелік сигнатур, збережених в попередніх версіях *SCP* не сумісний з SPC 5; однак, ви можете імпортувати шейп-файл ROI за допомогою інструмента *Імпортувати шейпфайл* (page 69).

ROI та спектральні сигнатури відображаються у *Перелік сигнатур ROI* (page 41). ROI та спектральні сигнатури можуть бути імпортовані з інших джерел (див. *Імпорт сигнатур* (page 67)) та експортовані (див. *Експорт сигнатур* (page 70)). ROI відображаються в QGIS як векторний файл (з метою запобігання втрати даних, не редагуйте цей файл стандартними засобами функцій QGIS).

-  : відкрити входовий навчальний файл; ROI та спектральні сигнатури завантажуються до *Перелік сигнатур ROI* (page 41); векторна частина входових навчальних даних завантажуються до QGIS;
-  : створити пустий входовий навчальний файл (`.scp`); векторна частина входових навчальних даних завантажуються до QGIS; під час збереження входових навчальних даних також створюється резервний файл (файл `.scp.backup` в тому самому каталозі, що і файл `.scp`);
- *Входові навчальні дані*   : відображає шлях до входового навчального файлу;
-  : відкрити *Завантаження знімків* (page 51);
-  : відкрити *Інструменти* (page 65);
-  : відкрити *Передоброблення* (page 77);
-  : відкрити *Післяоброблення* (page 92);
-  : відкрити *Калькулятор каналів* (page 107);
-  : відкрити *Налаштування* (page 118);
-  : відкрити онлайн-посібник користувача у веб-переглядачі;
-  : відкрити *Онлайн-довідку* у веб-переглядачі; також, для поширення інформації та отримання допомоги при роботі з *SCP* доступні Група Facebook та Спільнота Google+ ;

Новини SCP

Ця секція відображає новини про *SCP* та пов'язані сервіси. Новини завантажуються під час запуску (необхідне Інтернет-з'єднання). Ця можливість може бути увімкнена або вимкнена в налаштуваннях *Панель* (page 119).

Панель класифікації

Панель класифікації створена для управління **спектральними сигнатурами** та **класифікації Входове зображення** (page 38).

Перелік сигнатур ROI

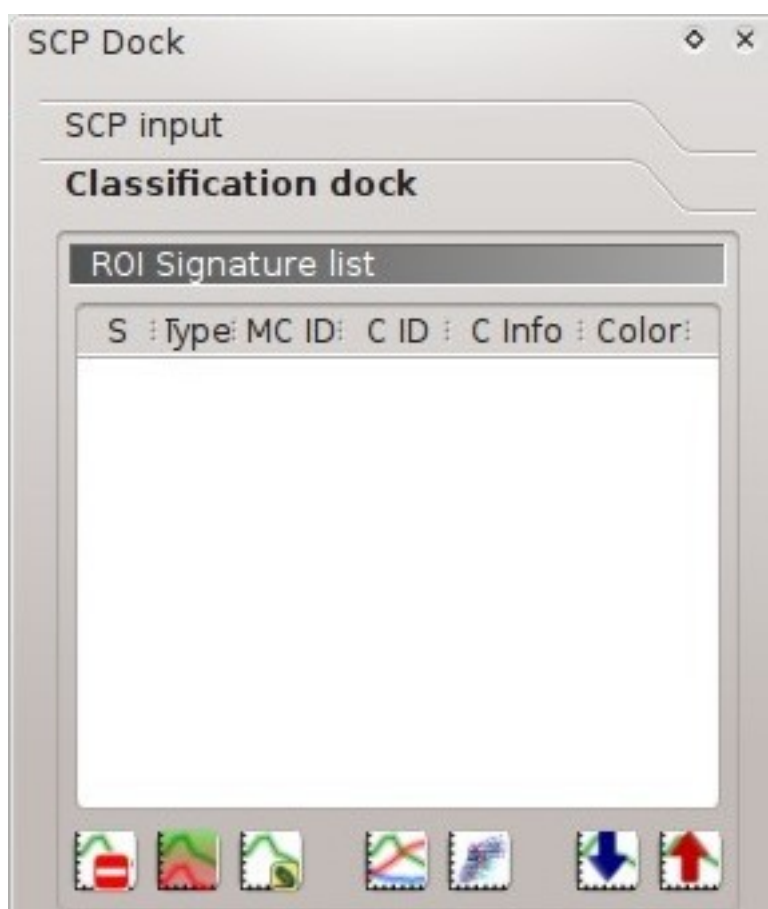


Fig. 9.2: Перелік сигнатур ROI

Перелік сигнатур ROI відображає полігони ROI та спектральні сигнатури, що містяться в *Входові навчальні дані* (page 40). Якщо елемент - це полігон ROI, двічі клацніть на ньому, щоб наблизитись до цієї ROI на карті. Елементи в таблиці можуть бути виділені клацанням лівою кнопкою мишки.




Зміни в *Переліку сигнатур ROI* застосовуються до файлу *Входові навчальні дані* (page 40) лише під час збереження проекту QGIS. В цій таблиці ROI можуть бути відредаговані, видалені або об'єднані.

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ: З метою уникнення втрати даних, не редагуйте вектор *Входові навчальні дані* інструментами QGIS. Застосовуйте лише інструменти *SCP* для управління *Входовими навчальними даними*.

- 
Перелік сигнатур ROI:
 - *S*: перемикач вибору; тільки спектральні, що сигнатури позначені в цьому переліку, будуть використані в процесі класифікації;
 - **Type: тип елемента:**
 - * *R* = тільки полігон ROI;
 - * *S* = тільки спектральна сигнатура;
 - * *B* = обидві, ROI та спектральна сигнатура;
 - *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу ROI [ціле]; редагується одинарним клацанням; *MC Info* відображається у *Макрокласи* (page 44); якщо ID спектральної сигнатури дорівнює 0, тоді пікселі, що належать до цієї сигнаури позначаються як некласифіковані;
 - *C ID*: унікальний ідентифікатор класу ROI [ціле]; редагується одинарним клацанням;
 - *C Info*: характеристика класу ROI [текст]; редагується одинарним клацанням;
 - *Колір*: колір C ID; двічі клацніть для вибору кольору класу, який буде застосований при відображенні класифікації; якщо ID спектральної сигнатури дорівнює 0, тоді пікселі, що належать до цієї сигнаури позначаються як некласифіковані;
- : видалити виділені ROI та сигнатури;
- : об'єднати виділені спектральні сигнатури або ROI з отриманням нової сигнатури, що розраховується як середнє значень сигнатури для кожного каналу (з виключенням матриці коваріації);
- : розрахувати спектральні сигнатури виділених ROI;
- : відобразити спектральну сигнатуру ROI на *Графік спектральних сигнатур* (page 125); спектральні сигнатури розраховуються на основі *Входове зображення* (page 38);
- : відкрити *Графік розсіву* (page 133);
- : відкрити вкладку *Експорт сигнатур* (page 70);
- : відкрити вкладку *Імпорт сигнатур* (page 67);

Створення ROI

Створення ROI це доповнення до *Робоча панель* (page 33), яке дозволяє зберігати ROI до *Входові навчальні дані* (page 40) з визначенням класів та макрокласів. *Набір каналів* (page 111) повинна бути визначена до створення ROI та полігони ROI мають знаходитись всередині території охоплення *Band set*.

- : унікальний ідентифікатор макрокласу ROI [ціле]; відповідна *MC Info* буде завантажена, якщо вона вже визначена у *Макрокласи* (page 44);
- : характеристика макрокласу ROI [текст]; стиль та характеристика макрокласів визначаються в *Макрокласи* (page 44);
- : унікальний ідентифікатор класу ROI [ціле];

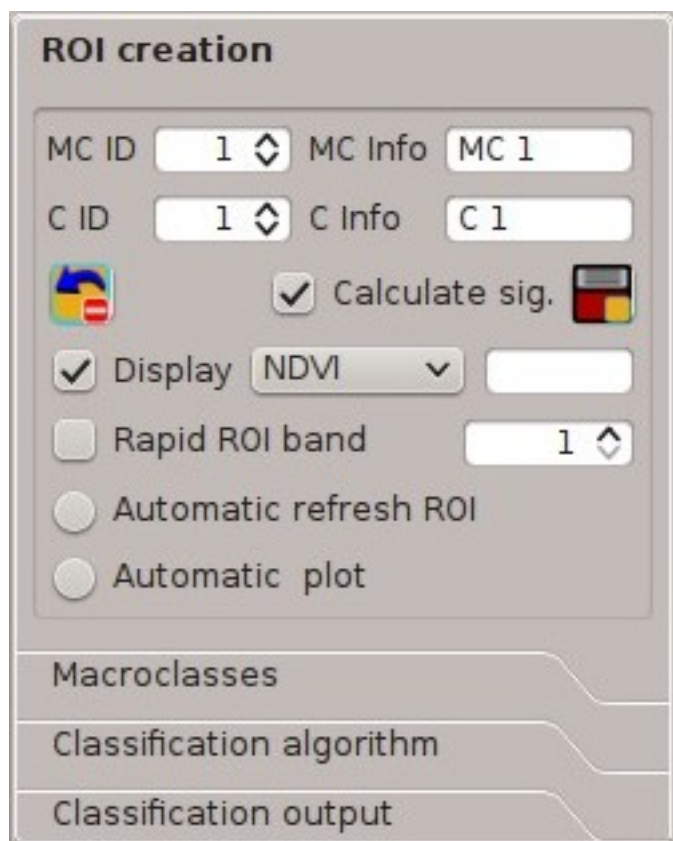













Fig. 9.3: Створення ROI

- *C Info*  : характеристика класу ROI [текст];
-  : видалити останню збережену ROI з *Входові навчальні дані* (page 40);
-  *Розрахувати сиг.* : якщо увімкнено, під час збереження ROI її спектральна сигнатура буде розрахована (на основі значень пікселів *Входове зображення* (page 38), що охоплює полігон ROI) та збережена до *Входові навчальні дані* (page 40) (час розрахунку залежить від кількості каналів *Входове зображення* (page 38));
-  : зберегти тимчасову ROI до *Входові навчальні дані* (page 40), застосовуючи визначені класи та макрокласи; ROI унаочнюється в *Перелік сигнатур ROI* (page 41);
-  *Відобразити*  : якщо вказівник створення ROI активовано (див. *Робоча панель* (page 40))
 - NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - нормалізований різницевий вегетаційний індекс); NDVI потребує ближнього інфрачервоного та червоного каналів;
 - EVI (Enhanced Vegetation Index - вдосконалений вегетаційний індекс); EVI потребує синій, ближній інфрачервоний та червоний канали, перераховані в значення відбивальності; довжина хвиль повинна бути визначена на *Набір каналів* (page 111);
 - Нетиповий; застосувати нетиповий вираз, визначений наступним рядком *Вираз*;
- *Вираз*  : визначити нетиповий вираз; вираз ґрунтується на *Набір каналів*; канали визначаються як *bandset#b + номер каналу* (наприклад, *bandset#b1* для першого каналу з *Набір*

каналів); наприклад, NDVI для зображення Landsat може бути представлений як $(\text{bandset\#b4} - \text{bandset\#b3}) / (\text{bandset\#b4} + \text{bandset\#b3})$;

-  **Канал швидкої ROI**  : якщо увімкнено, то тимчасова ROI створюється з застосуванням алгоритму нарощування області з використанням тільки одного каналу *Входове зображення* (page 38) (тобто нарощування області відбувається швидше); канал визначається номером в *Набір каналів*; якщо вимкнено, то ROI є результатом перетину між ROI, розрахованими для кожного каналу (тобто нарощування області відбувається повільніше, але ROI спектрально однорідні для кожного каналу);
-  **Автоматично оновити ROI**: автоматично розраховувати нову тимчасову ROI під час зміни *Параметри нарощування області* на *Робоча панель* (page 33);
-  **Автоматичний графік**: автоматично розрахувати спектральну сигнатуру тимчасової ROI та відобразити її на *Графік спектральних сигнатур* (page 125) (MC Info цієї спектральної сигнатури позначається `tempo_ROI`);

Макрокласи

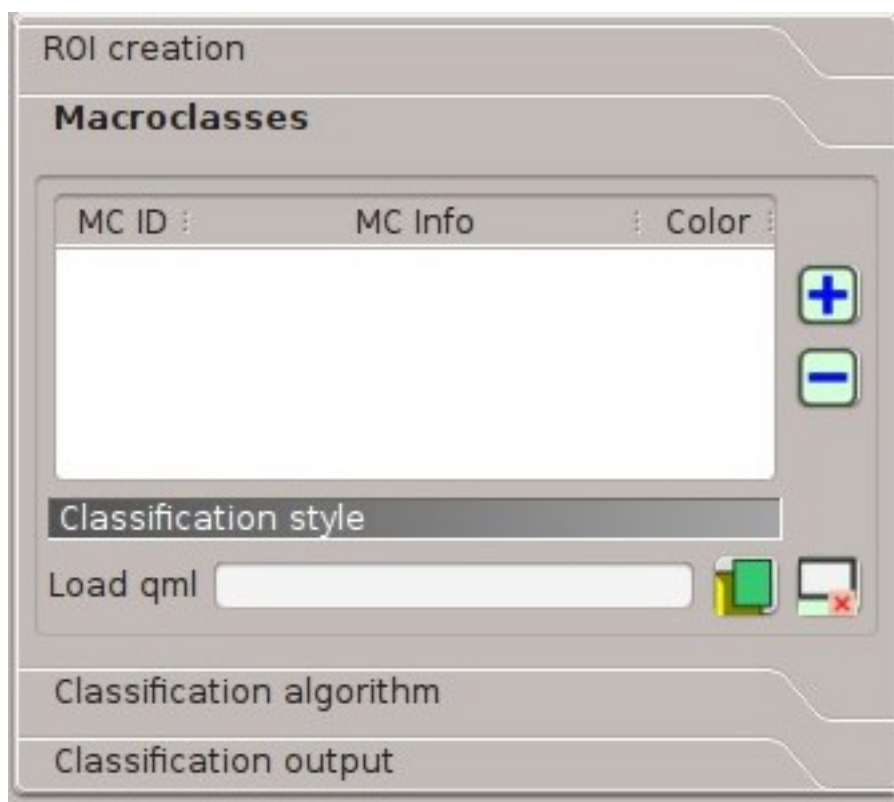






Fig. 9.4: Макрокласи




Макрокласи забезпечують визначення **Назв та кольорів макрокласів** (використовуються для відображення результатів *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35) та *Результат класифікації* (page 46)). Відповідно до *Алгоритм класифікації* (page 45), класифікації, що виконуються на підставі *C ID*, використовують кольори, що визначені для класів в *Перелік сигнатур ROI* (page 41); класифікації, що виконуються на підставі *MC ID*, використовують кольори, визначені у *Макрокласи* (page 44).

MC ID автоматично додаються до цієї таблиці, коли нова ROI зберігається до *Перелік сигнатур ROI* (page 41) (якщо *MC ID* вже не додано до переліку). Налаштування зберігаються в *Входові навчальні дані* (page 40).

-  **Макрокласи**  :
 - *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу [ціле]; редагується одинарним клацанням;
 - *MC Info*: характеристика макрокласу [текст]; редагується одинарним клацанням;
 - *Колір*: колір MC ID; двічі клацніть, щоб вибрати колір для макрокласу, яки буде використовуватись для відображення результатів класифікації;
-  : додати новий рядок до таблиці;
-  : видалити виділені рядки з таблиці;

Стиль класифікації

Додатково, в якості стилю класифікації може бути відкритий та використаний завчасно збережений *стиль класифікації* (файл QGIS .qml) .





-   : вибрати файл .qml, скасовуючи кольори, визначені для *C ID* або *MC ID*;
-  : повернутись до стандартного стилю (тобто використовувати кольори, визначені для *C ID* або *MC ID*);

Алгоритм класифікації








Fig. 9.5: Алгоритм класифікації

Алгоритм класифікації об'єднує декілька функцій процесу класифікації, які також застосовуються під час *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35).

- Застосувати  *MC ID*  *C ID*  : якщо *MC ID* увімкнено, то класифікація відбувається на підставі унікальних ідентифікаторів макрокласів (код сигнатури *MC ID*); якщо увімкнено *C ID*, то класифікація відбувається на підставі унікальних ідентифікаторів класів (код сигнатури *C ID*);
-  : відкрити *Вага каналу для алгоритму* (page 71) для визначення вагових коефіцієнтів каналів;





Алгоритм

Класифікація відбувається на підставі обраного алгоритму.

-   : доступні *Алгоритми класифікації* (page 158):
 - *Мінімальної відстані* (page 158);
 - *Максимальної вірогідності* (page 158);
 - *Картографування спектрального кута* (page 159);
- *Порогова величина*   : дозволяє визначати порогову величину класифікації (застосовується):
 - для Мінімальної відстані пікселі не класифікуються, якщо відстань більша за значення порогової величини;
 - для Максимальної імовірності пікселі не класифікуються, якщо імовірність менша за значення порогової величини (максимально 100);
 - для Картографування спектрального кута пікселі не класифікуються, якщо спектральний кут більший за значення порогової величини (максимально 90).
-  : відкрити *Порогові величини сигнатур* (page 72) для визначення порогових величин сигнатур;

Класифікація сигнатур земельного покриття

Класифікація сигнатур земного покриття (page 161) це класифікація, яка може бути використана в якості альтернативи або у поєднанні з *Алгоритм* (page 46) (див. *Порогові величини LCS* (page 73)). Пікселі, що належать до двох або більше класів (або макрокласів) класифікуються як *Перекриття класів* з значеннями раstra = -1000.

- Застосувати  *LCS*  *Алгоритм*  *тільки перекриття*: якщо увімкнено *LCS*, то застосовується *Класифікація сигнатур земельного покриття*; якщо увімкнено *Алгоритм*, вибраний *Алгоритм* (page 46) застосовується до некласифікованих пікселів *Класифікація сигнатур земельного покриття*; якщо увімкнено *тільки перекриття*, вибраний *Алгоритм* (page 46) застосовується лише до пікселів з класів, що перекриваються за *Класифікація сигнатур земельного покриття*; некласифіковані пікселі *Класифікація сигнатур земельного покриття* залишаються некласифікованими;
-  : відкрити *Порогові величини LCS* (page 73);

Результат класифікації

Результат класифікації класифікує *Входове зображення* (page 38) відповідно до параметрів, визначених в *Алгоритм класифікації* (page 45).

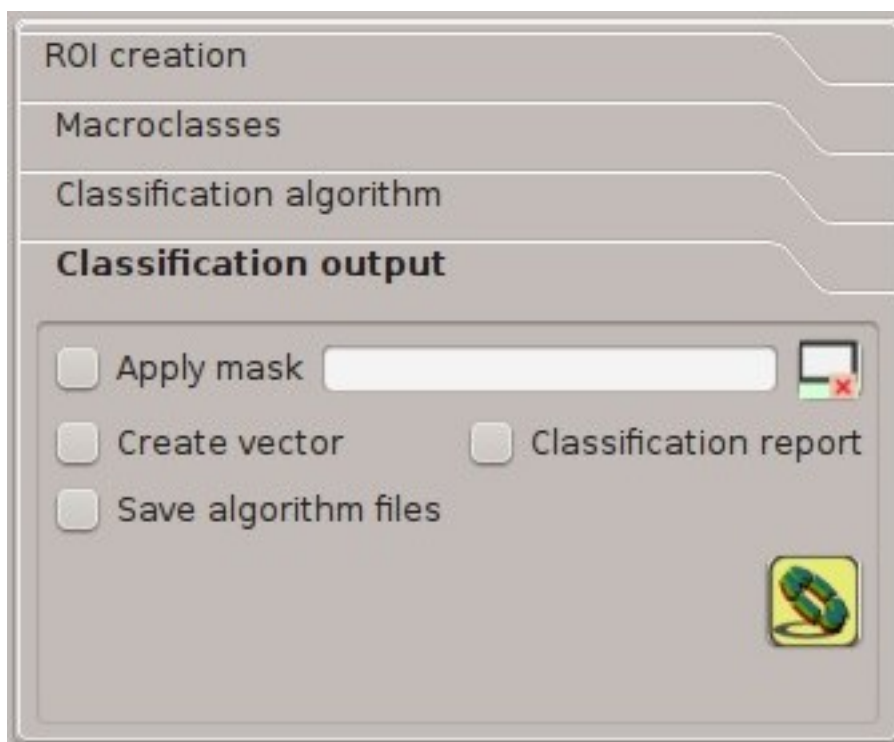









Fig. 9.6: Classification output

Растр класифікації це файл `.tif` (файл стилю QGIS `.qml` зберігається разом з результатом класифікації); додатково можуть бути розраховані і інші результати. Після завершення розрахунків, результат завантажуються до QGIS.

- ☒ **Застосувати маску**  : якщо увімкнено, то для маскування результатів класифікації може бути використаний шейп-файл (тобто, територія поза межами шейп-файлу не класифікується);
-  : повторно встановити шейп-файл маски;
- ☒ **Створити вектор**  : якщо увімкнено, то додатково до растра класифікації зберігається шейп-файл класифікації до того ж каталогу і під тією самою назвою, що і *Результат класифікації*; перетворення у вектор може бути реалізоване і пізніше (див. *Класифікацію у вектор* (page 98));
- ☒ **Звіт за результатами класифікації**  : якщо увімкнено, то розраховується звіт за результатами класифікації земельного покриття та зберігається як файл `.csv` в той самий каталог та під тією самою назвою (з приставкою `_report`), які визначено як *Результат класифікації*; звіт також може бути розрахований пізніше (див. *Звіт за результатами класифікації* (page 95));
- ☒ **Зберегти файли алгоритму**   : якщо увімкнено, то додатково до растра класифікації зберігається *Растр алгоритму* (page 162) в той самий каталог, що і *Результат класифікації*; в якості входних даних використовується растр для кожної спектральної сигнатури (з приставкою `_sig_MC ID_C ID`) та створюється загальний растр алгоритму (з приставкою `_alg_raster`);
-  : визначити каталог вихідних результатів та розпочати класифікацію зображення;

- *Завантаження знімків* (page 51)
 - *Завантаження Landsat* (page 51)
 - *Завантаження Sentinel-2* (page 55)
 - *Завантаження ASTER* (page 59)
 - *Завантаження MODIS* (page 62)
- *Інструменти* (page 65)
 - *Пакетне створення ROI* (page 65)
 - *Імпорт сигнатур* (page 67)
 - *Експорт сигнатур* (page 70)
 - *Вага каналу для алгоритму* (page 71)
 - *Порогові величини сигнатур* (page 72)
 - *Порогові величини LCS* (page 73)
 - *Перелік RGB* (page 76)
- *Передоброблення* (page 77)
 - *Landsat* (page 77)
 - *Sentinel-2* (page 80)
 - *ASTER* (page 81)
 - *MODIS* (page 83)
 - *Пакетне відтинання растрів* (page 85)
 - *Роз'єднати канали растра* (page 87)
 - *Скласти стосом канали растра* (page 89)
 - *PCA* (page 89)
 - *Вектор в растр* (page 91)

- *Післяоброблення* (page 92)
 - *Точність* (page 92)
 - *Зміни земельного покриття* (page 94)
 - *Звіт за результатами класифікації* (page 95)
 - *Перехресна класифікація* (page 98)
 - *Класифікацію у вектор* (page 98)
 - *Перекласифікація* (page 100)
 - *Редагувати растр* (page 101)
 - *Групування класифікації* (page 103)
 - *Розмивання класифікації* (page 105)
 - *Розширювання класифікації* (page 106)
- *Калькулятор каналів* (page 107)
 - *Перелік каналів* (page 108)
 - *Вираз* (page 108)
 - *Розрахунок індексів* (page 109)
 - *Правила прийняття рішень* (page 110)
 - *Вихідний растр* (page 111)
- *Набір каналів* (page 111)
 - *Перелік каналів* (page 111)
 - *Визначення набору каналів* (page 113)
 - *Інструменти набору каналів* (page 114)
- *Пакетне опрацювання* (page 114)
 - *Пакетне опрацювання* (page 114)
 - *Виконання* (page 118)
- *Налаштування* (page 118)
 - *Інтерфейс* (page 118)
 - *Оброблення* (page 121)
 - *Налагодження* (page 121)

Головне вікно інтерфейсу складається з декількох вкладок та підвкладок. Їх функції детально описано нижче з використанням наступних умовних позначень:

 = Введення дати

 = Введення тексту

 = Вибір елемента з переліку


 = Введення числа

 = Необов'язковий параметр


 = Налаштування зберігаються в активному проекті QGIS

 = Налаштування зберігаються в реєстрі QGIS

 = Повзунок

 = Таблиця

Завантаження знімків

Вкладка  *Завантаження знімків* об'єднує інструменти для пошуку та завантаження безкоштовних космічних знімків. Необхідне Інтернет-з'єднання.

Завантаження Landsat

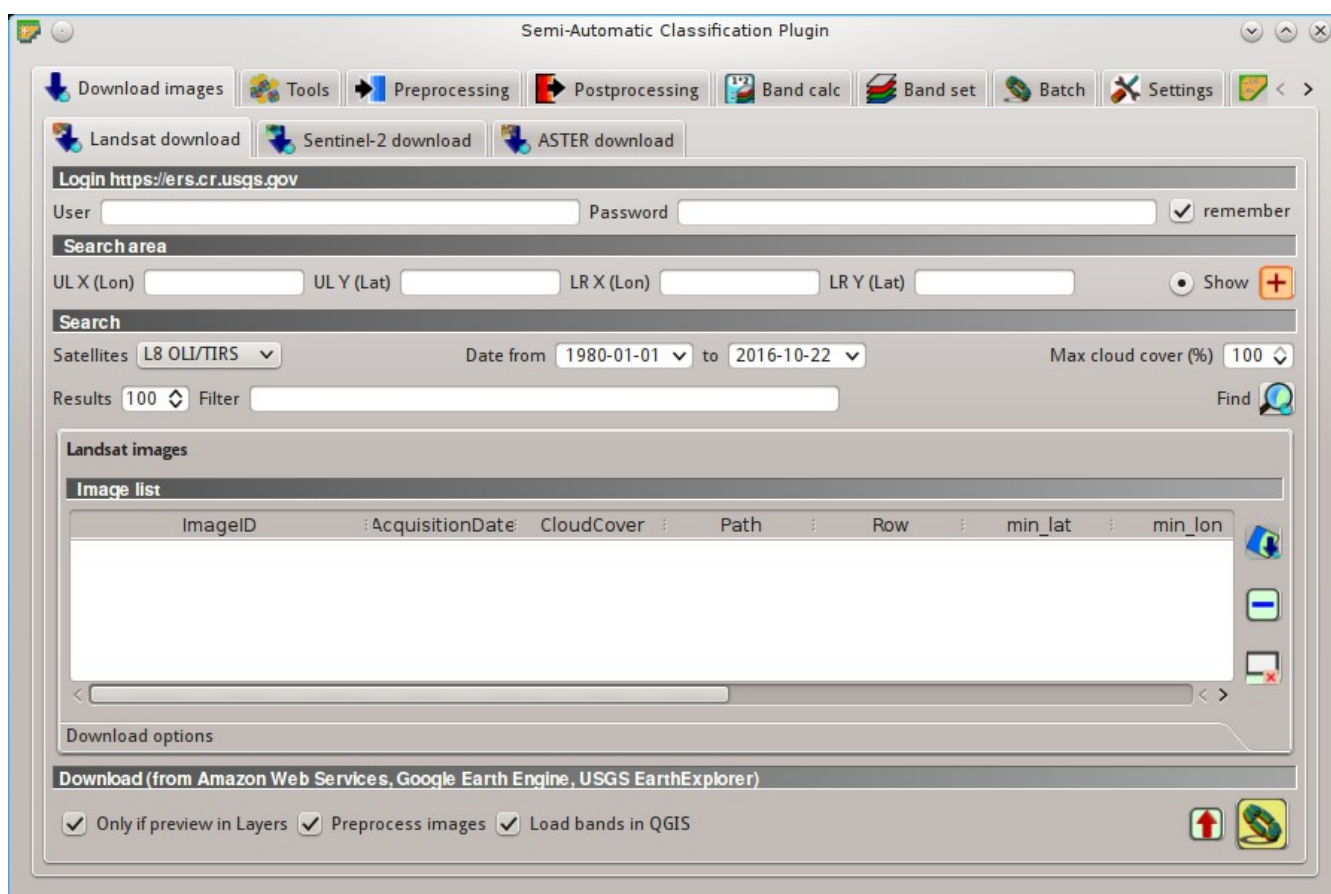


Fig. 10.1:  *Завантаження Landsat*



Ця вкладка забезпечує пошук та завантаження в межах всього архіву зображень *Супутник Landsat* (page 148) (від 1 MSS до 8 OLI), які були отримані від початку 80-х донині. Пошук здійснюється через *CMR Search API*, розроблений NASA.

Знімки Landsat безкоштовно доступні через сервіси: *EarthExplorer*, *Google Earth Engine* та *Amazon Web Services (AWS)* (для Landsat 8). Цей інструмент спершу намагається завантажити знімки з *Amazon Web Services* та *Google Earth Engine*; з метою запобігання перенавантаженню сервера, завантаження через сервіс *EarthExplorer* відбувається лише в тому випадку, якщо знімки недоступні через інші сервіси.

Знімки завантажуються як стиснені архіви (цей інструмент забезпечує завантаження окремих каналів знімків Landsat 8, які надаються *Amazon Web Services*). Крім того, доступний автоматичний перерахунок значень даних завантажених каналів до значень відбивальності.

Вхід до <https://ers.cr.usgs.gov/>







Для завантаження з [EarthExplorer](#) необхідні реєстраційні дані *USGS EROS* (<https://ers.cr.usgs.gov/>). Увійдіть, використовуючи ваші реєстраційні дані *USGS EROS* або безкоштовно зареєструйтеся на <https://ers.cr.usgs.gov/register>.

- Користувач  : ввести ім'я користувача;
- Пароль  : ввести пароль;
- ☒ *remember*: запам'ятати ім'я користувача та пароль в QGIS;

Область пошуку







Визначити область пошуку, задавши координати (довготу та широту) **верхньої лівої** (UL) та **нижньої правої** (LR) точок або безпосереднім кресленням ділянки на карті.


Територію пошуку необхідно визначити до пошуку знімків.

- *UL X (Довг)*  : призначити довготу UL;
- *UL Y (Шир)*  : призначити широту UL;
- *LR X (Довг)*  : призначити довготу LR;
- *LR Y (Шир)*  : призначити широту LR;
-  *Показати*: показати або сховати територію пошуку, накреслену на карті;
-  : визначити територію пошуку кресленням прямокутника на карті; ліве клацання для встановлення точки UL та праве клацання для встановлення точки LR; територія відображається на карті;

Пошук





Визначає параметри пошуку такі як дата знімання, максимальна хмарність або супутники Landsat.

- *Супутники*  : встановити супутники Landsat;
- *Дата з*  : встановити початкову дату знімання;
- *по*  : встановити кінцеву дату знімання;
- *Макс. хмарність (%)*  : максимальна хмарність знімка;
- *Результати*  : максимальна кількість знімків за результатами пошуку;
- *Фільтрувати*  : встановити фільтр за унікальними ідентифікаторами знімків Landsat (наприклад, LC81910312015006LGN00); можливо ввести декілька унікальних ідентифікаторів знімків, розділивши їх комою або крапкою з комою (наприклад, LC81910312015006LGN00, LC81910312013224LGN00); відфільтровані знімки повинні знаходитись в межах території пошуку;

-  **Знайти**: знайти знімки в межах території пошуку; результати відображаються в таблиці *Знімки Landsat* (page 53); поточні результати додаються до попередніх;

Порада: Результати пошуку (та їх кількість) залежать від просторового охоплення території та часового діапазону дат. Для того, щоб отримати більше результатів, виконайте декілька пошуків для території меншого просторового охоплення та у вужчому часовому діапазоні дат знімання (від та до).



Знімки Landsat

-  **Перелік знімків:** знайдені знімки відображаються в цій таблиці, яка містить наступні поля:
 - *IDЗнімка*: унікальний ідентифікатор знімка Landsat;
 - *ДатаОтримання*: дата отримання знімка Landsat;
 - *Хмарність*: хмарність знімка у відсотках;
 - *Path*: колонка WRS знімка;
 - *Row*: рядок WRS знімка;
 - *min_lat*: мінімальна широта знімка;
 - *min_lon*: мінімальна довгота знімка;
 - *max_lat*: максимальна широта знімка;
 - *max_lon*: максимальна довгота знімка;
 - *USGSCollection*: код колекції USGS знімка;
 - *Перегляд*: URL попереднього перегляду знімка;
 - *колекція*: код колекції знімка;
- : відобразити попередні перегляди виділених знімків на карті; попередній перегляд грубо геоприв'язується на льоту;
- : видалити зі списку виділені знімки;
- : видалити зі списку всі знімки;

Параметри завантаження

канали Landsat 8

Ця вкладка забезпечує вибір окремих каналів (лише для знімків Landsat 8, що надаються *Amazon Web Services*).

-  **Канал X**: вибрати канали для завантаження;
- : вибрати або скасувати вибір всіх каналів;

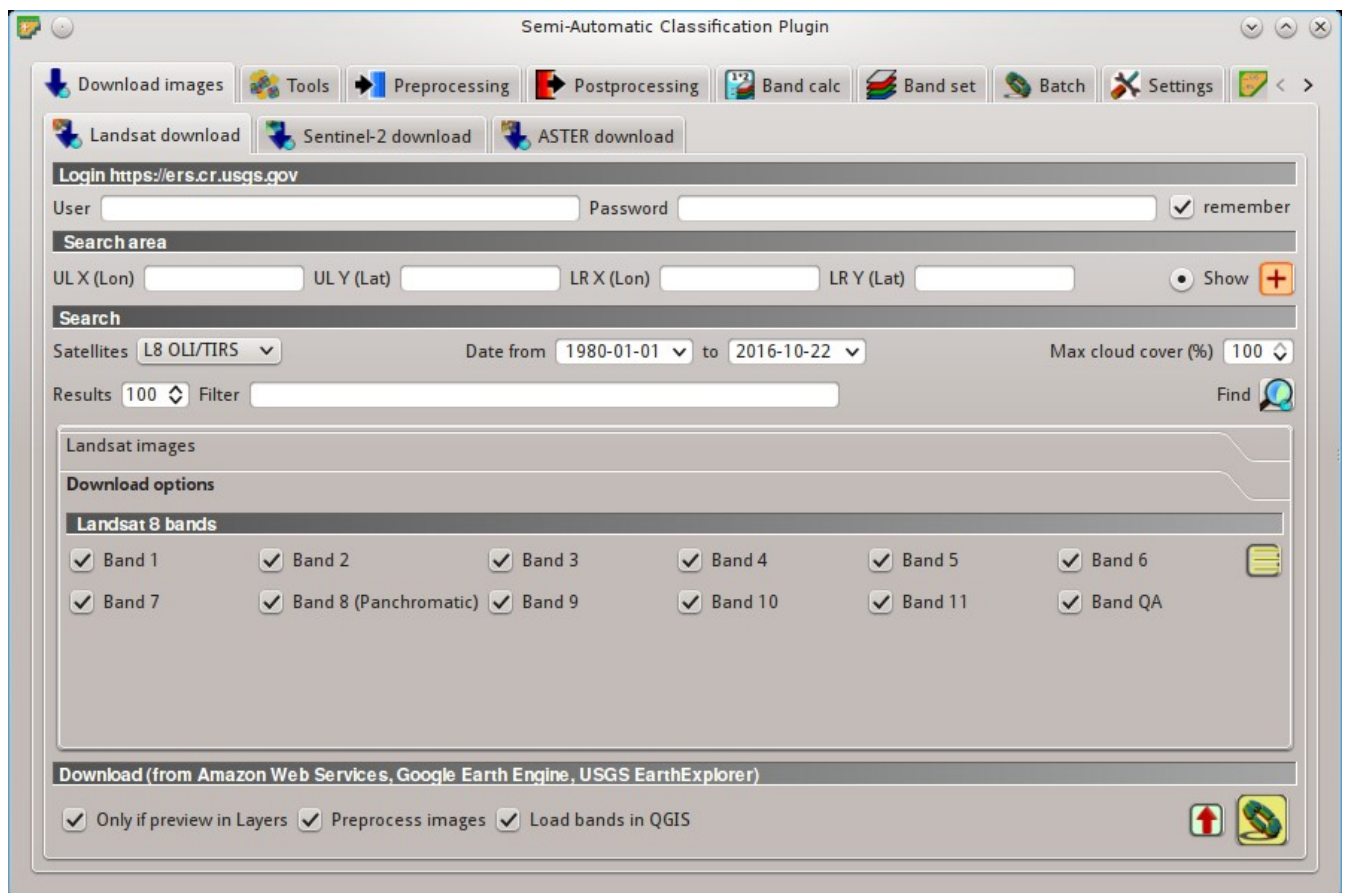







Fig. 10.2: Параметри завантаження

Завантаження

Завантажити знімки Landsat з *Знімки Landsat* (page 53). Під час завантаження взаємодіяти з QGIS не рекомендовано.

Завантаження відбувається відповідно до доступності знімків з сервісів [EarthExplorer](#) , [Google Earth Engine](#) або [Amazon Web Services \(AWS\)](#) . Якщо знімок недоступний для завантаження, то є можливість перевірити його доступність на <http://earthexplorer.usgs.gov/> .

-  *Тільки якщо попередній перегляд у панелі шарів:* якщо опцію увімкнено, то завантажуються лише знімки зі списку *Знімки Landsat* (page 53), які також перелічені у панелі шарів QGIS;
-  *Передобробити знімки:* якщо опцію увімкнено, то значення каналів після завантаження автоматично перераховуються відповідно до налаштувань визначених у *Landsat* (page 77);
-  *Відкрити канали у QGIS:* якщо опцію увімкнено, то канали після завантаження відкриваються в QGIS;
-  : експортувати посилання для завантаження до текстового файлу;
-  : розпочати процес завантаження всіх знімків зі списку *Знімки Landsat* (page 53);

Завантаження Sentinel-2

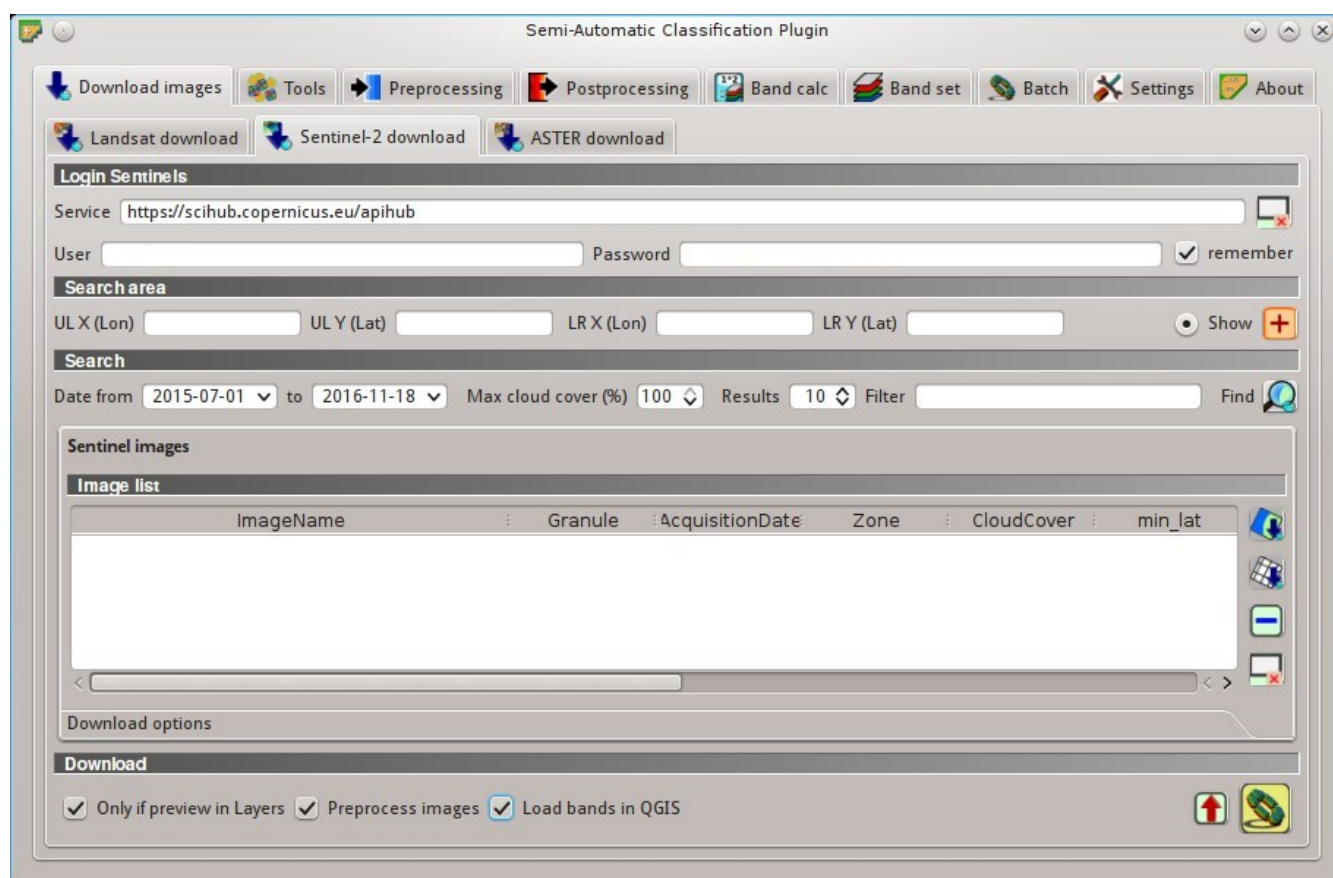


Fig. 10.3:  Завантаження Sentinel-2









Sentinel-2 це Європейський супутник, запущений у 2015 році. Він розроблений в рамках служб моніторингу земель Copernicus та реєструє інформацію в 13 спектральних каналах (дивіться *Супутник Sentinel-2* (page 149)). Ця вкладка забезпечує пошук та завантаження безкоштовних знімків Sentinel-2 (Level-1C) з Sentinels Scientific Data Hub (використовуючи Data Hub API). За можливості знімки переважно завантажуються з Amazon S3 AWS.

Супутник Sentinel-2 має ширину смуги знімання 290 км. Знімки Sentinel-2 Level-1C постачаються по гранулах (які також називають тайлами) з стороною 100 км в проекції UTM/WGS84. Цей інструмент забезпечує вибір та завантаження гранул та каналів.

Порада: У випадку помилок будь ласка дивіться *Error [50] 'Internet error'. Unable to download Sentinel-2 images. Why?* (page 275) and *Error [56] 'SSL connection error'. Unable to download Sentinel-2 images. Why?* (page 275).







Вхід до Sentinels

Для отримання доступу до даних Sentinel необхідно безкоштовно зареєструватись на <https://scihub.copernicus.eu/userguide/1SelfRegistration> (інші сервіси можуть потребувати інших реєстрацій). Після реєстрації введіть ім'я користувача та пароль для отримання доступу до даних.

- Сервіс   : ввести URL сервісу (стандартно <https://scihub.copernicus.eu/apihub>); можуть бути використані інші сервіси-дзеркала, що використовують ту саму інфраструктуру (такі як <https://scihub.copernicus.eu/dhus>, <https://finhub.nsdci.fmi.fi>, <https://data.sentinel.zamg.ac.at>);
-  : повернути до стандартного сервісу <https://scihub.copernicus.eu/s2>;
- Користувач   : ввести ім'я користувача;
- Пароль   : ввести пароль;
-  *remember*: запам'ятати ім'я користувача та пароль в QGIS;







Область пошуку

Визначити область пошуку, задавши координати (довготу та широту) верхньої лівої (UL) та нижньої правої (LR) точок або безпосереднім кресленням ділянки на карті. Територія пошуку повинна бути визначена до початку пошуку знімків.

- UL X (Довг)  : призначити довготу UL;
- UL Y (Шир)  : призначити широту UL;
- LR X (Довг)  : призначити довготу LR;
- LR Y (Шир)  : призначити широту LR;
-  *Показати*: показати або сховати територію пошуку, накреслену на карті;
-  : визначити територію пошуку кресленням прямокутника на карті; ліве клацання для встановлення точки UL та праве клацання для встановлення точки LR; територія відображається на карті;





Пошук


Визначає параметри пошуку такі як дата знімання або пошук конкретних знімків Sentinel за унікальними ідентифікаторами або назвами.

- *Дата з* : встановити початкову дату знімання;
- *по* : встановити кінцеву дату знімання;
- *Макс. хмарність (%)* : максимальна хмарність знімка;
- *Результати* : максимальна кількість знімків за результатами пошуку;
- *Фільтрувати* : встановити фільтр, такий як назва зображення знімків Sentinel (наприклад, S2A_OPER_PRD_MSIL1C_PDMC_20160419T190217_R022_V20160419T101026);
- *Знайти* : знайти знімки в межах території пошуку; результати відображаються в таблиці *Знімки Sentinel* (page 57); поточні результати додаються до попередніх;

Порада: Результати пошуку (та їх кількість) залежать від просторового охоплення території та часового діапазону дат. Для того, щоб отримати більше результатів, виконайте декілька пошуків для території меншого просторового охоплення та у вузкому часовому діапазоні дат знімання (від та до).

Знімки Sentinel

-  **Перелік знімків:** знайдені знімки відображаються в цій таблиці, яка містить наступні поля:
 - *Ім'яЗнімка*: ім'я знімка Sentinel;
 - *Гранула*: ім'я окремої гранули;
 - *ДатаОтримання*: дата отримання знімка Sentinel;
 - *Зона*: тайлова зона відповідно до домовленості про позначання US-MGRS;
 - *Хмарність*: хмарність знімка у відсотках;
 - *min_lat*: мінімальна широта знімка;
 - *min_lon*: мінімальна довгота знімка;
 - *max_lat*: максимальна широта знімка;
 - *max_lon*: максимальна довгота знімка;
 - *Розмір*: розмір знімка (невикористовуваний);
 - *ПопереднійПерегляд*: URL попереднього перегляду знімка;
 - *ПопереднійПереглядГранули*: URL попереднього перегляду гранули; за наявності попередній перегляд завантажується з [Amazon Web Services](#) ;
 - *IDЗнімка*: унікальний ідентифікатор знімка Sentinel;
- : відобразити попередні перегляди виділених гранул на карті;
- : відобразити попередні перегляди виділених знімків на карті; попередній перегляд грубо геоприв'язується на льоту; у випадку використання сервісів-дзеркал попередні перегляди можуть бути недоступними;
- : видалити зі списку виділені знімки;

- : видалити зі списку всі знімки;

Порада: для визначення зони завантажте цей [zip-файл](#), який містить шейп-файл гранул Sentinel-2; завантажте цей шейп-файл до QGIS, виберіть гранули у вашій території пошуку та відкрийте атрибутивну таблицю, щоб побачити ім'я зони.

Параметри завантаження

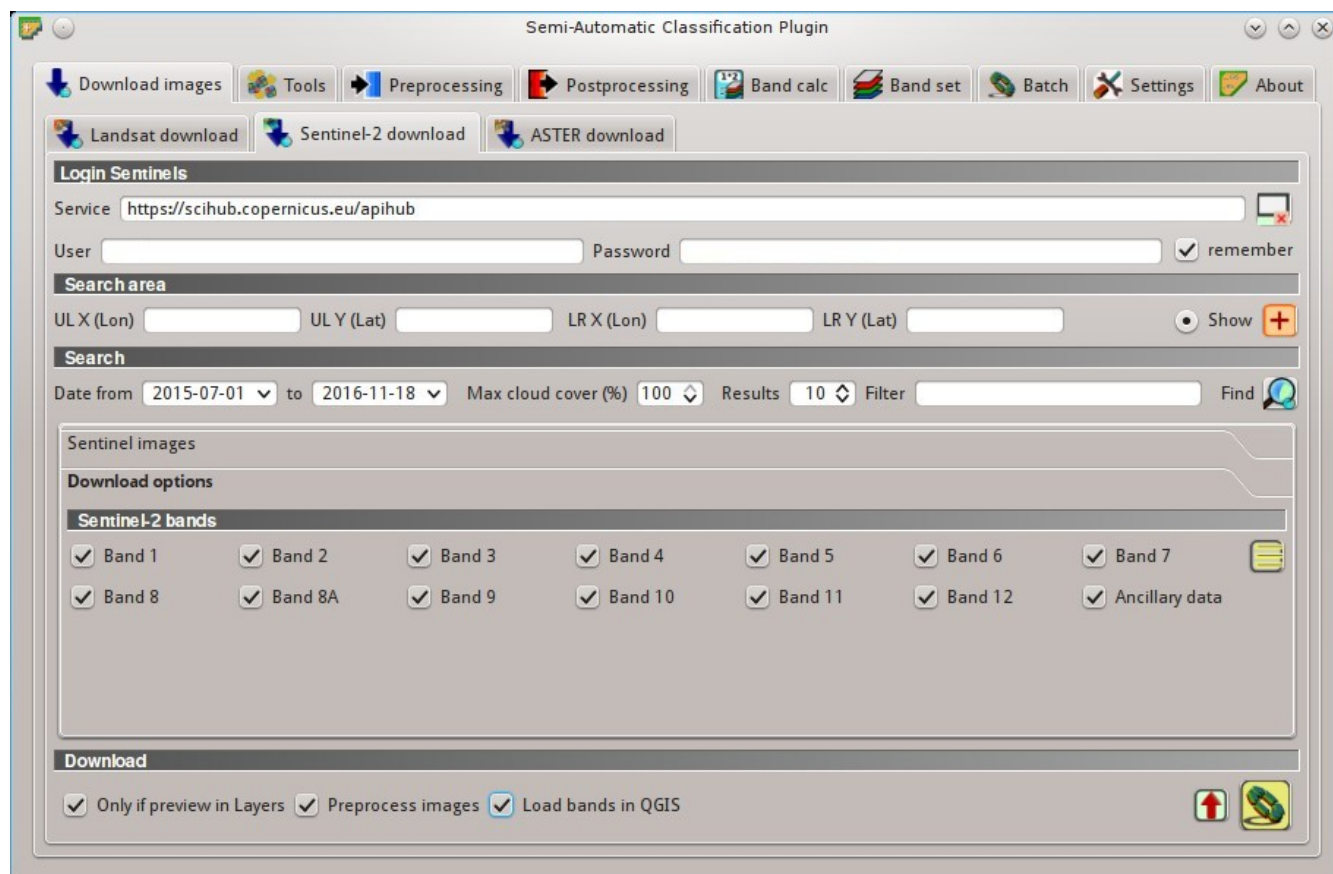





Fig. 10.4: Параметри завантаження






Ця вкладка забезпечує вибір окремих каналів.

-  *Канал X*: вибрати канали для завантаження;
-  *Додаткові дані*: якщо параметр увімкнено, то завантажуються файли метаданих (файл .xml ім'я якого містить MTD_SAFL1C та файл .xml ім'я якого містить MTD_L1C) та файл маски хмарності (файл .gml, ім'я якого містить MSK_CLOUDS);
- : вибрати або скасувати вибір всіх каналів;

Завантаження

Завантажити знімки Sentinel-2 у *Знімки Sentinel* (page 57). Завантажуються канали, вибрані у *Параметри завантаження* (page 58).

Під час завантаження взаємодіяти з QGIS не рекомендовано.

-  *Тільки якщо попередній перегляд у панелі шарів:* якщо опцію увімкнено, то завантажуються лише знімки зі списку *Знімки Sentinel* (page 57), які також перелічені у панелі шарів QGIS;
-  *Передобробити знімки:* якщо опцію увімкнено, то значення каналів після завантаження автоматично перераховуються відповідно до налаштувань визначених у *Sentinel-2* (page 80);
-  *Відкрити канали у QGIS:* якщо опцію увімкнено, то канали після завантаження відкриваються в QGIS;
-  : експортувати посилання для завантаження до текстового файлу;
-  : розпочати процес завантаження всіх знімків зі списку *Знімки Sentinel* (page 57);

Завантаження ASTER

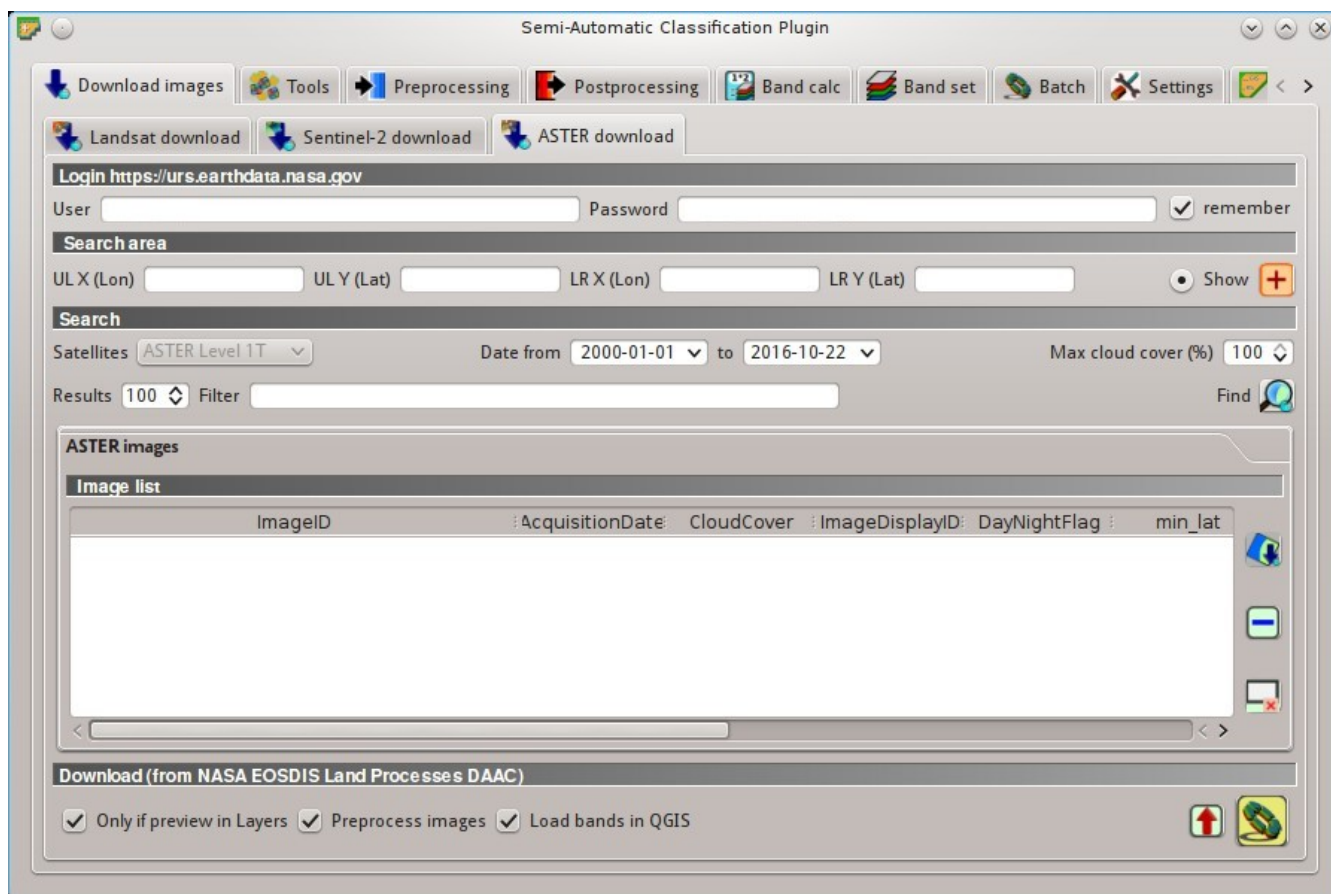


Fig. 10.5:  Завантаження ASTER



Ця вкладка забезпечує пошук та завантаження всього архіву безкоштовних знімків L1T, отриманих *Супутник ASTER* (page 150) з 2000. Пошук виконується через *CMR Search API*, розроблений NASA. Дані ASTER L1T отримуються з онлайн Data Pool, який люб'язно підтримується Центром розподіленого активного архіву земельних процесів NASA (NASA Land Processes Distributed Active Archive Center - LP DAAC), USGS/Центр моніторингу та наук про земні ресурси (Earth Resources Observation and Science - EROS), Су Фолс, Південна Дакота, https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool.

Також доступний автоматичний перерахунок значень завантажених каналів у відбивальність.

Вхід до <https://urs.earthdata.nasa.gov>

Для завантаження необхідні реєстраційні дані *EOSDIS Earthdata* (<https://urs.earthdata.nasa.gov>). Увійдіть, використовуючи ваші реєстраційні дані *EOSDIS Earthdata* або безкоштовно зареєструйтесь на <https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new>.







Застереження: Перш ніж завантажувати знімки ASTER, ви повинні дати згоду LP DAAC Data Pool, клацнувши https://urs.earthdata.nasa.gov/approve_app?client_id=ijpRZvb9qeKCK5ctsn75Tg

- Користувач  : ввести ім'я користувача;
- Пароль  : ввести пароль;
- ☒ *remember*: запам'ятати ім'я користувача та пароль в QGIS;

Область пошуку







Визначити область пошуку, задавши координати (довготу та широту) **верхньої лівої** (UL) та **нижньої правої** (LR) точок або безпосереднім кресленням ділянки на карті.


Територію пошуку необхідно визначити до пошуку знімків.

- *UL X (Довг)*  : призначити довготу UL;
- *UL Y (Шир)*  : призначити широту UL;
- *LR X (Довг)*  : призначити довготу LR;
- *LR Y (Шир)*  : призначити широту LR;
-  *Показати*: показати або сховати територію пошуку, накреслену на карті;
-  : визначити територію пошуку кресленням прямокутника на карті; ліве клацання для встановлення точки UL та праве клацання для встановлення точки LR; територія відображається на карті;

Пошук


Визначає параметри пошуку такі як дата знімання, максимальна хмарність або супутники ASTER.




- *Супутники*  : встановити супутники ASTER (невикористовуваний);
- *Дата з*  : встановити початкову дату знімання;
- *по*  : встановити кінцеву дату знімання;
- *Макс. хмарність (%)*  : максимальна хмарність знімка;
- *Результати*  : максимальна кількість знімків за результатами пошуку;
- *Фільтрувати*  : встановити фільтр за унікальними ідентифікаторами знімків ASTER; можливо ввести декілька унікальних ідентифікаторів знімків, розділивши їх комою або крапкою з комою; відфільтровані знімки повинні знаходитись в межах території пошуку;

-  *Знайти*: знайти знімки в межах території пошуку; результати відображаються в таблиці *Знімки ASTER* (page 61); поточні результати додаються до попередніх;

Порада: Результати пошуку (та їх кількість) залежать від просторового охоплення території та часового діапазону дат. Для того, щоб отримати більше результатів, виконайте декілька пошуків для території меншого просторового охоплення та у вужчому часовому діапазоні дат знімання (від та до).




Знімки ASTER



-  *Перелік знімків*: знайдені знімки відображаються в цій таблиці, яка містить наступні поля:
 - *IDЗнімка*: унікальний ідентифікатор знімка ASTER;
 - *ДатаОтримання*: дата отримання знімка ASTER;
 - *Хмарність*: хмарність знімка у відсотках;
 - *IDВідображенняЗнімка*: унікальний ідентифікатор знімка ASTER;
 - *ПозначкаДеньНіч*: позначка отримання вдень або вночі;
 - *min_lat*: мінімальна широта знімка;
 - *min_lon*: мінімальна довгота знімка;
 - *max_lat*: максимальна широта знімка;
 - *max_lon*: максимальна довгота знімка;
 - *Сервіс*: сервіс для завантаження знімка;
 - *Перегляд*: URL попереднього перегляду знімка;
 - *колекція*: код колекції знімка;

- : відобразити попередні перегляди виділених знімків на карті; попередній перегляд грубо геоприв'язується на льоту;
- : видалити зі списку виділені знімки;
- : видалити зі списку всі знімки;

Завантаження

Завантажити знімки ASTER з *Знімки ASTER* (page 61). Під час завантаження взаємодіяти з QGIS не рекомендовано.

-  *Тільки якщо попередній перегляд у панелі шарів*: якщо опцію увімкнено, то завантажуються лише знімки зі списку *Знімки ASTER* (page 61), які також перелічені у панелі шарів QGIS;
-  *Передобробити знімки*: якщо опцію увімкнено, то значення каналів після завантаження автоматично перераховуються відповідно до налаштувань визначених у *ASTER* (page 81);
-  *Відкрити канали у QGIS*: якщо опцію увімкнено, то канали після завантаження відкриваються в QGIS;

- : експортувати посилання для завантаження до текстового файлу;
- : розпочати процес завантаження всіх знімків зі списку *Знімки ASTER* (page 61);

Завантаження MODIS

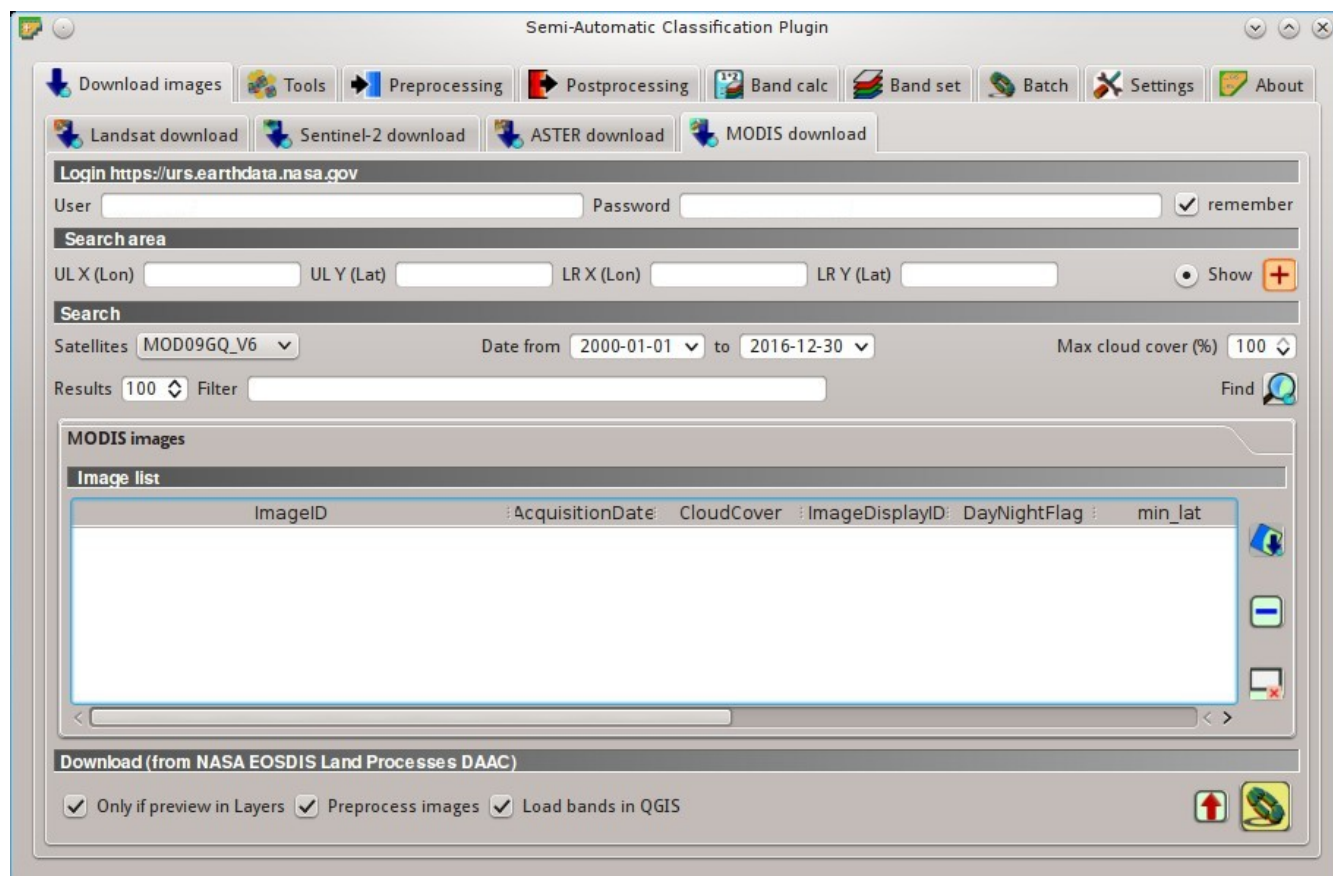


Fig. 10.6:  Завантаження MODIS






Ця вкладка забезпечує пошук та завантаження з безкоштовного архіву *Продукти MODIS* (page 151), отриманого з 2000 (зокрема MOD09GQ, MYD09GQ, MOD09GA, MYD09GA, MOD09Q1, MYD09Q1, MOD09A1, MYD09A1). Пошук виконується через *CMR Search API*, розроблений NASA. Продукти MODIS отримуються з онлайн Data Pool, який люб'язно підтримується Центром розподіленого активного архіву земельних процесів NASA (NASA Land Processes Distributed Active Archive Center - LP DAAC), USGS/Центр моніторингу та наук про земні ресурси (Earth Resources Observation and Science - EROS), Су Фолс, Південна Дакота, https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool.

Також доступне автоматичне перепроєктування завантажених каналів.

Вхід до <https://urs.earthdata.nasa.gov>

Для завантаження необхідні реєстраційні дані *EOSDIS Earthdata* (<https://urs.earthdata.nasa.gov>). Увійдіть, використовуючи ваші реєстраційні дані *EOSDIS Earthdata* або безкоштовно зареєструйтесь на <https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new>.







Застереження: Перш ніж завантажувати знімки MODIS, ви повинні дати згоду LP DAAC Data Pool, клацнувши https://urs.earthdata.nasa.gov/approve_app?client_id=ijpRZvb9qeKCK5ctsn75Tg

- Користувач   : ввести ім'я користувача;
- Пароль   : ввести пароль;
-  *remember*: запам'ятати ім'я користувача та пароль в QGIS;

Область пошуку








Визначити область пошуку, задавши координати (довготу та широту) **верхньої лівої** (UL) та **нижньої правої** (LR) точок або безпосереднім кресленням ділянки на карті.

Територію пошуку необхідно визначити до пошуку знімків.

- *UL X (Довг)* : призначити довготу UL;
- *UL Y (Шир)* : призначити широту UL;
- *LR X (Довг)* : призначити довготу LR;
- *LR Y (Шир)* : призначити широту LR;
-  *Показати*: показати або сховати територію пошуку, накреслену на карті;
- : визначити територію пошуку кресленням прямокутника на карті; ліве клацання для встановлення точки UL та праве клацання для встановлення точки LR; територія відображається на карті;





Пошук

Визначає параметри пошуку такі як дата знімання, максимальна хмарність або продукт MODIS.

- *Продукти* : встановити продукти MODIS;
- *Дата з*  *1980*: встановити початкову дату знімання;
- *по*  *1980*: встановити кінцеву дату знімання;
- *Макс. хмарність (%)* : максимальна хмарність знімка (невикористовуваний);
- *Результати* : максимальна кількість знімків за результатами пошуку;
- *Фільтрувати* : встановити фільтр за унікальними ідентифікаторами знімків MODIS; можливо ввести декілька унікальних ідентифікаторів знімків, розділивши їх комою або крапкою з комою; відфільтровані знімки повинні знаходитись в межах території пошуку;
- *Знайти* : знайти знімки в межах території пошуку; результати відображаються в таблиці *Знімки MODIS* (page 64); поточні результати додаються до попередніх;






Порада: Результати пошуку (та їх кількість) залежать від просторового охоплення території та часового діапазону дат. Для того, щоб отримати більше результатів, виконайте декілька пошуків для території меншого просторового охоплення та у вужчому часовому діапазоні дат знімання (від та до).

Знімки MODIS


-  **Перелік знімків:** знайдені знімки відображаються в цій таблиці, яка містить наступні поля:
 - *IDЗнімка*: унікальний ідентифікатор знімка MODIS;
 - *ДатаОтримання*: дата отримання знімка MODIS;
 - *Хмарність*: хмарність знімка у відсотках;
 - *IDВідображенняЗнімка*: унікальний ідентифікатор знімка MODIS;
 - *ПозначкаДеньНіч*: позначка отримання вдень або вночі;
 - *min_lat*: мінімальна широта знімка;
 - *min_lon*: мінімальна довгота знімка;
 - *max_lat*: максимальна широта знімка;
 - *max_lon*: максимальна довгота знімка;
 - *Сервіс*: сервіс для завантаження знімка;
 - *Перегляд*: URL попереднього перегляду знімка;
 - *колекція*: код колекції знімка;
- : відобразити попередні перегляди виділених знімків на карті; попередній перегляд грубо геоприв'язується на льоту;
- : видалити зі списку виділені знімки;
- : видалити зі списку всі знімки;

Завантаження

Завантажити знімки MODIS з *Знімки MODIS* (page 64). Під час завантаження взаємодіяти з QGIS не рекомендовано.

-  *Only if preview in Layers*: if checked, download only those images listed in *Знімки MODIS* (page 64) which are also listed in the QGIS layer panel;
-  *Передобробити знімки*: якщо параметр увімкнено, то після завантаження канали автоматично перераховуються відповідно до налаштувань визначених у *MODIS* (page 83);
-  *Відкрити канали у QGIS*: якщо опцію увімкнено, то канали після завантаження відкриваються в QGIS;
- : експортувати посилання для завантаження до текстового файлу;
- : розпочати процес завантаження всіх знімків з переліку *Знімки MODIS* (page 64);

Інструменти

Вкладка  Інструменти забезпечує доступ до декількох інструментів маніпулювання ROI та спектральними сигнатурами.

Пакетне створення ROI

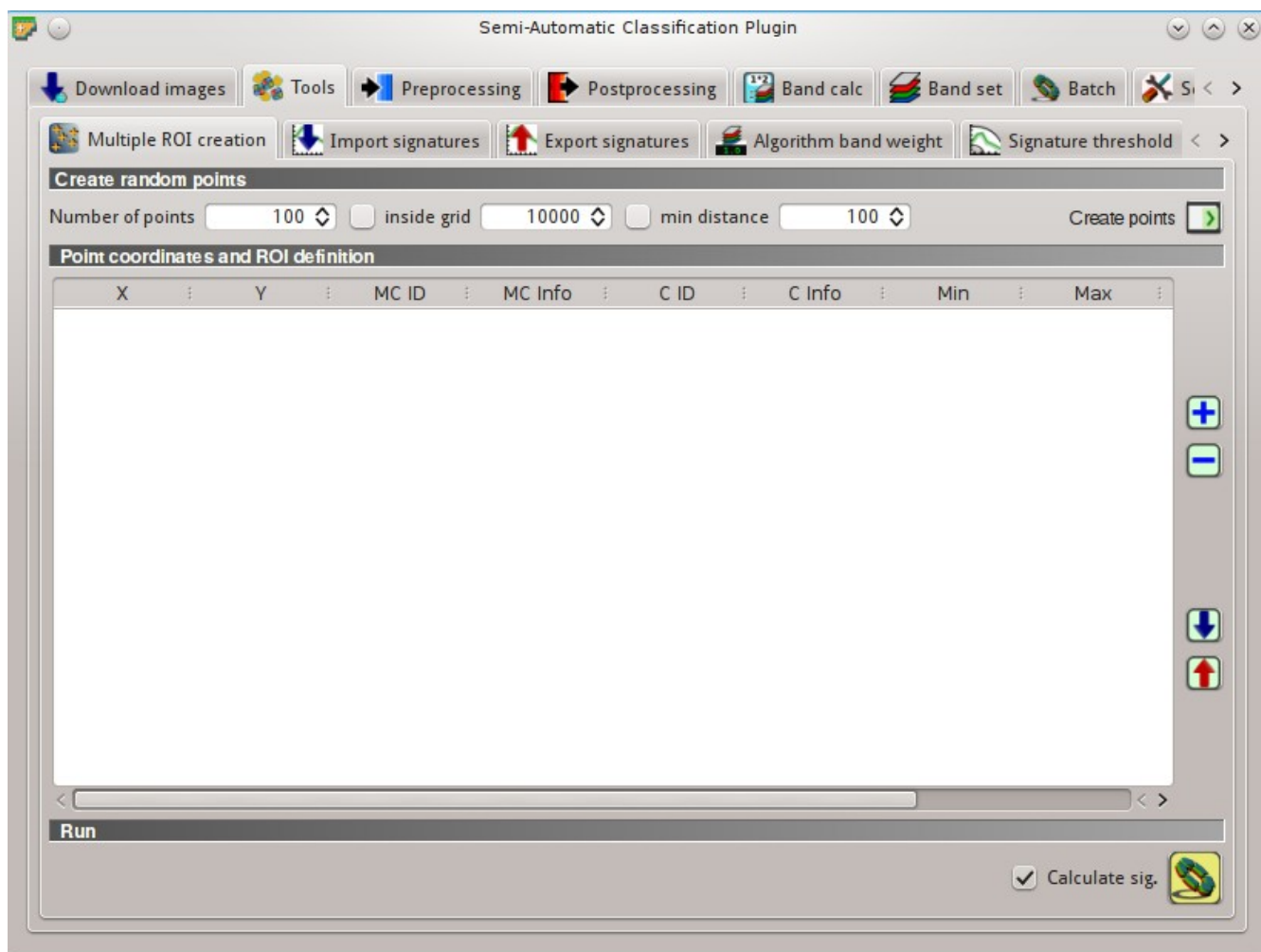









Fig. 10.7:  Пакетне створення ROI






Ця вкладка забезпечує автоматичне створення ROI, придатних для швидкої класифікації багаточасових знімків або оцінки точності. Якщо задані перелік координат точок та параметри ROI, то цей інструмент виконує нарощування області ROI. Створені ROI автоматично зберігаються до *Входові навчальні дані* (page 40).

Створити випадкові точки


- *Кількість точок* : визначити кількість точок, які будуть створені в результаті клацання
- Створити точки* ;


-  **всередині сітки** : якщо опцію увімкнено, то територія *входового зображення* розбивається на комірки, розмір яких визначається в спадному списку (в просторових одиницях зображення, зазвичай метрах); точки, визначені в *Кількість випадкових точок*, випадково створюються в кожній комірці сітки;
-  **мін відстань** : якщо опцію увімкнено, то випадкові точки створюються з урахуванням мінімальної відстані, яка визначається в спадному списку (в просторових одиницях зображення, зазвичай метрах); визначення мінімальної відстані може призвести до створення кількості точок, яка є меншою за число визначене у *Кількість точок*;
- **Створити точки** : створити випадкові точки всередині території *входового зображення*;

Координати точок та означення ROI

-  **Координати точок та означення ROI:** таблиця містить наступні поля;
 - *X* : X координата точки (число з рухомою комою);
 - *Y* : Y координата точки (число з рухомою комою);
 - *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу ROI (ціле);
 - *MC Info*: характеристика макрокласу ROI (текст);
 - *C ID*: унікальний ідентифікатор класу ROI (ціле);
 - *C Info*: характеристика класу ROI (текст);
 - *Min* : мінімальна площа ROI (в пікселях);
 - *Max* : максимальна площа ROI (в пікселях);
 - *Відст* : інтервал, який визначає максимальну спектральну відстань між пікселем-насіниною та пікселями, що його оточують (у радіометричних одиницях);
 - *Канал швидкої ROI* : якщо заданий номер каналу, то ROI створюється тільки на основі вибраного каналу, аналогічно з *Канал швидкої ROI* в *Створення ROI* (page 42);
- : додати новий рядок до таблиці; для створення ROI всі поля таблиці повинні бути заповнені;
- : видалити виділені рядки з таблиці;
- : імпортувати до таблиці перелік точок з текстового файлу; кожен рядок текстового файлу повинен обов'язково містити значення X, Y, MC ID, MC Info, Class ID, C Info, Min, Max, Dist, розділені табуляцією, та необов'язково Rapid ROI band;
- : експортувати перелік точок до текстового файлу;

Виконання

-  **Розрахувати сиг.:** якщо увімкнено, під час збереження ROI до *Входові навчальні дані* (page 40) буде розрахована її спектральна сигнатура;

- : розпочати процес створення ROI для всіх точок та зберегти ROI до *Входові навчальні дані* (page 40);

Імпорт сигнатур

Вкладка  *Імпорт сигнатур* забезпечує імпортування спектральних сигнатур з різних джерел.

Імпортувати файл бібліотеки

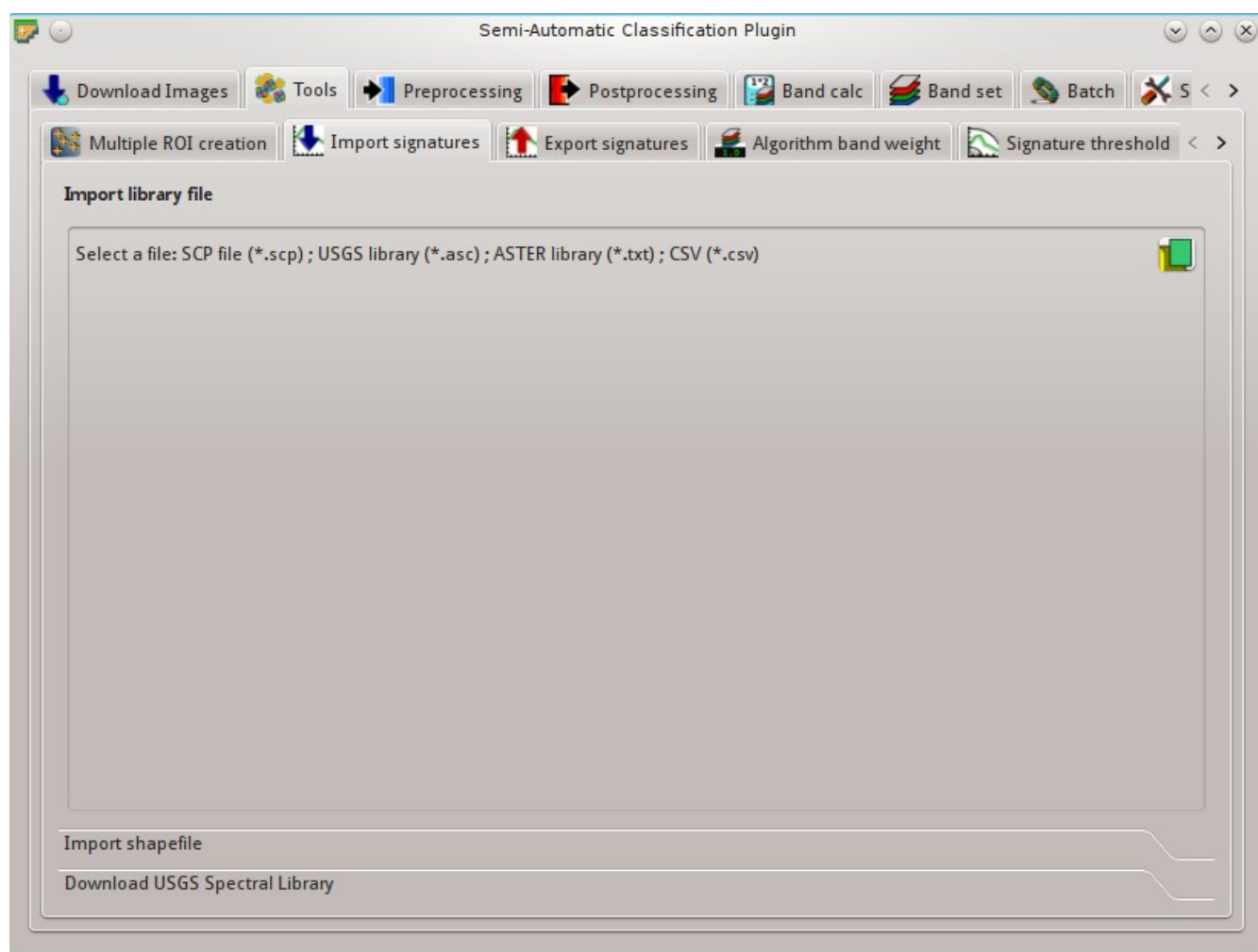



Fig. 10.8: Імпортувати файл бібліотеки

Цей інструмент забезпечує імпортування спектральних сигнатур з різних джерел: завчасно збережених *Входові навчальні дані* (page 40) (файл .scp); спектральної бібліотеки USGS (файл .asc); завчасно експортований файл CSV. У випадку використання спектральної бібліотеки USGS з неї автоматично відбираються зразки відповідно до довжин хвиль каналів, зазначених в *Набір каналів* (page 111), та додаються до *Перелік сигнатур ROI* (page 41);

- *Вибрати файл* : відкрити файл для імпорту до *Входові навчальні дані* (page 40);

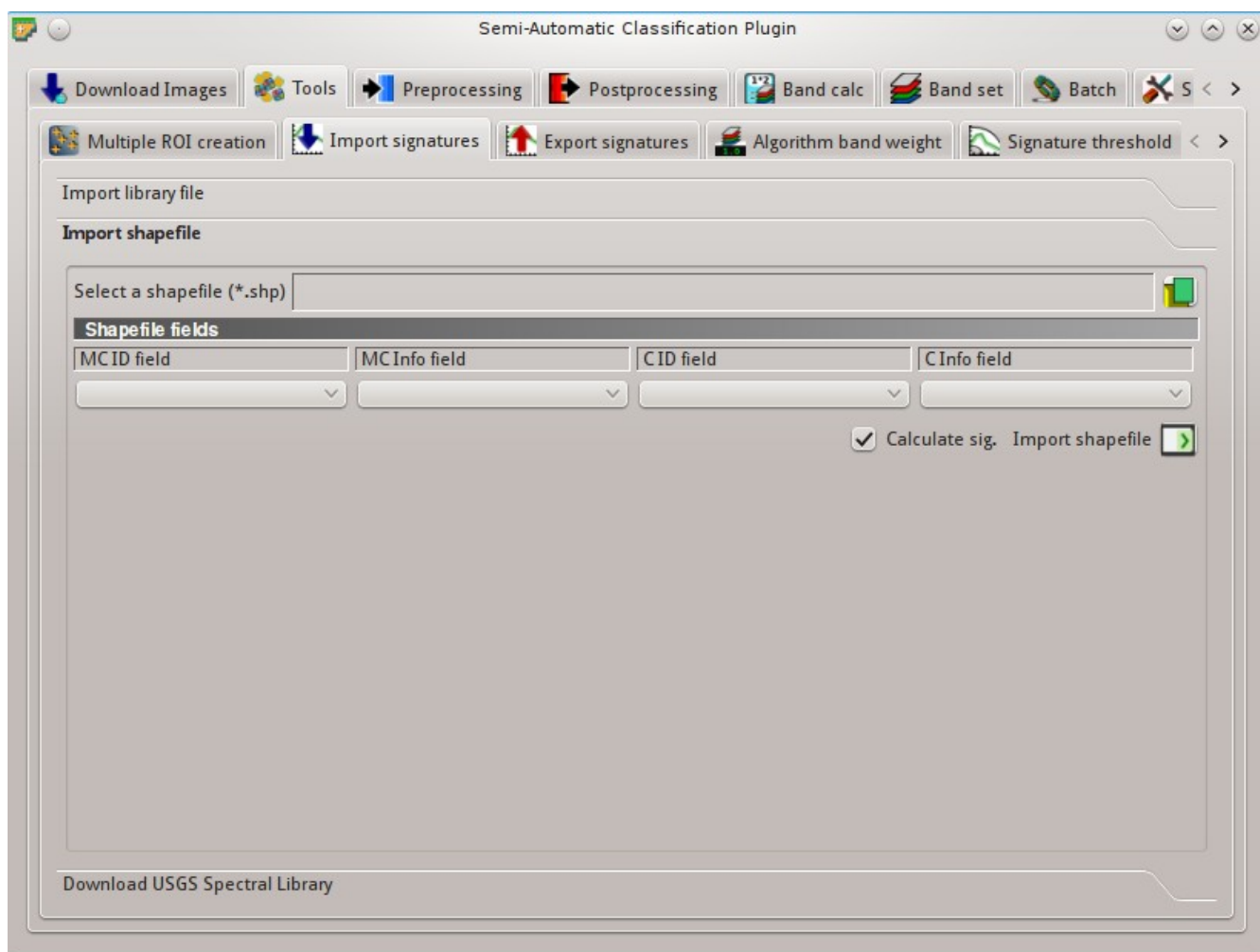









Fig. 10.9: Імпортувати шейпфайл

Імпортувати шейпфайл

Цей інструмент забезпечує імпортування шейпфайлу з вибором відповідних полів *Вхідні навчальні дані* (page 40).

- *Вибрати шейпфайл* : відкрити шейпфайл;
- *Поле MC ID* : вибрати поле шейпфайлу, яке відповідає MC ID;
- *Поле MC Info* : вибрати поле шейпфайлу, яке відповідає MC Info;
- *Поле C ID* : вибрати поле шейпфайлу, яке відповідає C ID;
- *Поле C Info* : вибрати поле шейпфайлу, яке відповідає C Info;
-  *Розрахувати сиг.*: якщо увімкнено, під час збереження ROI до *Вхідні навчальні дані* (page 40) буде розрахована її спектральна сигнатура;
- *Імпортувати шейпфайл* : імпортувати всі полігони шейпфайлу, як ROI до *Вхідні навчальні дані* (page 40);

Завантажити спектральну бібліотеку USGS

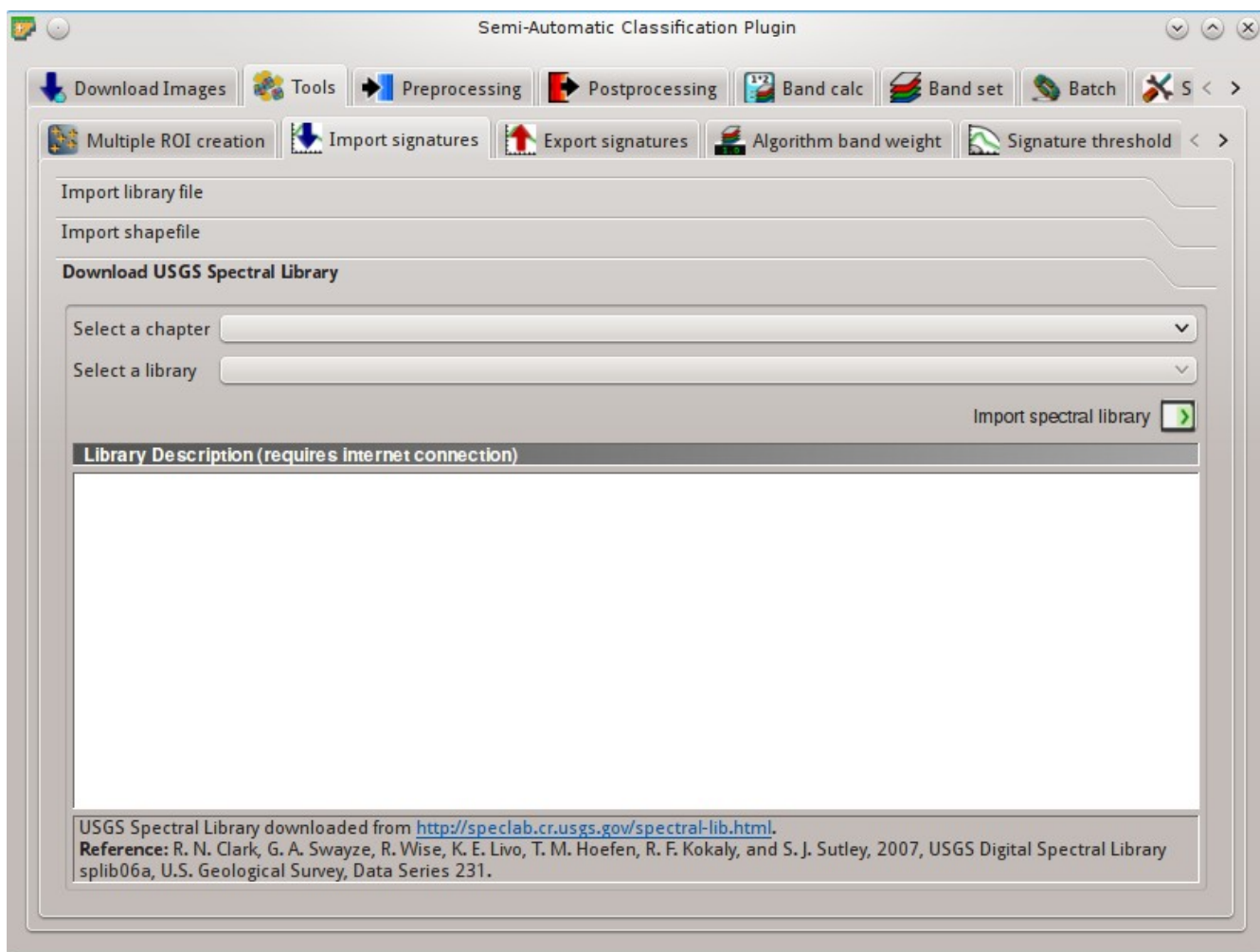





Fig. 10.10: Завантажити спектральну бібліотеку USGS

Вкладка *Завантажити спектральну бібліотеку USGS* забезпечує завантаження *Спектральної бібліотеки USGS* (Clark, R.N., Swayze, G.A., Wise, R., Livo, E., Hoefen, T., Kokaly, R., Sutley, S.J., 2007, USGS digital spectral library splib06a: U.S. Geological Survey, Digital Data Series 231).

Бібліотеки об'єднані в розділи, які включають мінерали, суміші, покриття, леткі сполуки, антропогенні об'єкти, рослини, рослинні угруповання, рідини з рослинністю, мікроорганізми. Необхідне інтернет-з'єднання.

- *Вибрати розділ* : вибрати один з розділів бібліотеки; після здійснення вибору бібліотеки розділу відображаються у *Вибрати бібліотеку*;
- *Вибрати бібліотеку* : вибрати одну з бібліотек; опис бібліотеки відображається у секції *Опис бібліотеки*;
- *Імпортувати спектральну бібліотеку* : завантажити бібліотеку та додати зразок спектральної сигнатури до *Перелік сигнатур ROI* (page 41) відповідно до параметрів визначених у *Створення ROI* (page 42); з бібліотеки автоматично відбираються зразки відповідно до довжин хвиль каналів, зазначених в *Набір каналів* (page 111), та додаються до *Перелік сигнатур ROI* (page 41);

Порада: Спектральні бібліотеки, завантажені з *Спектральної бібліотеки USGS* можуть бути використані з алгоритмами Мнімальної відстані та Картографування спектрального кута, але не Максимальної імовірності, тому що цей алгоритм потребує матриці коваріації, яку не включено до спектральних бібліотек.

Експорт сигнатур

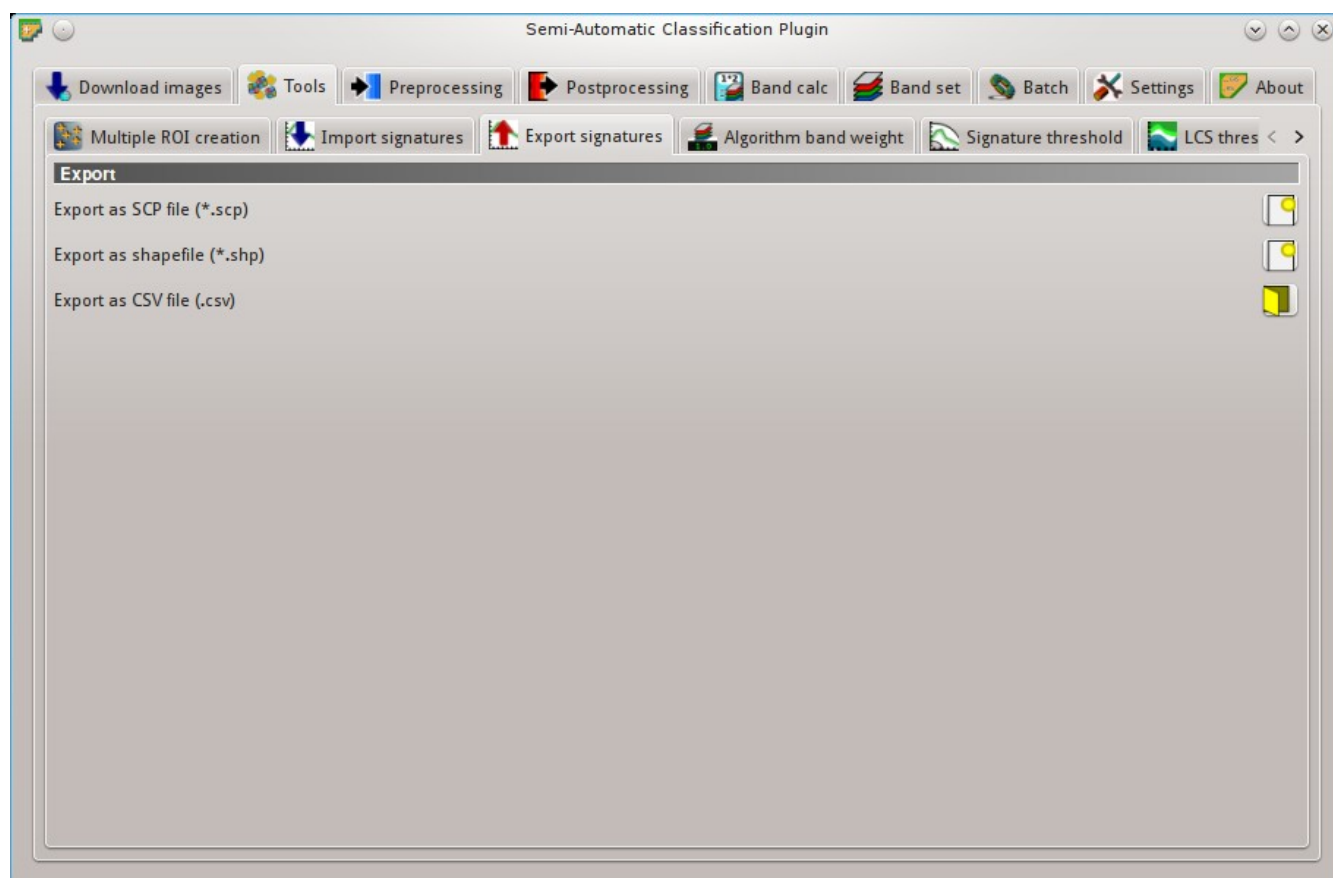





Fig. 10.11:  *Експорт сигнатур*

Цей інструмент забезпечує експортування сигнатур, виділених в *Перелік сигнатур ROI* (page 41).

- *Експортувати як файл SCP* : створити новий файл .scp та експортувати виділені ROI та спектральні сигнатури як файл *SCP* (* .scp);
- *Експортувати як шейп-файл* : експортувати виділені ROI (без даних спектральних сигнатур) як новий шейп-файл (* .shp);
- *Експортувати як файл CSV* : відкрити каталог та експортувати виділені спектральні сигнатури як індивідуальні файли CSV (* .csv) з розділювачем крапка з комою (;);

Вага каналу для алгоритму

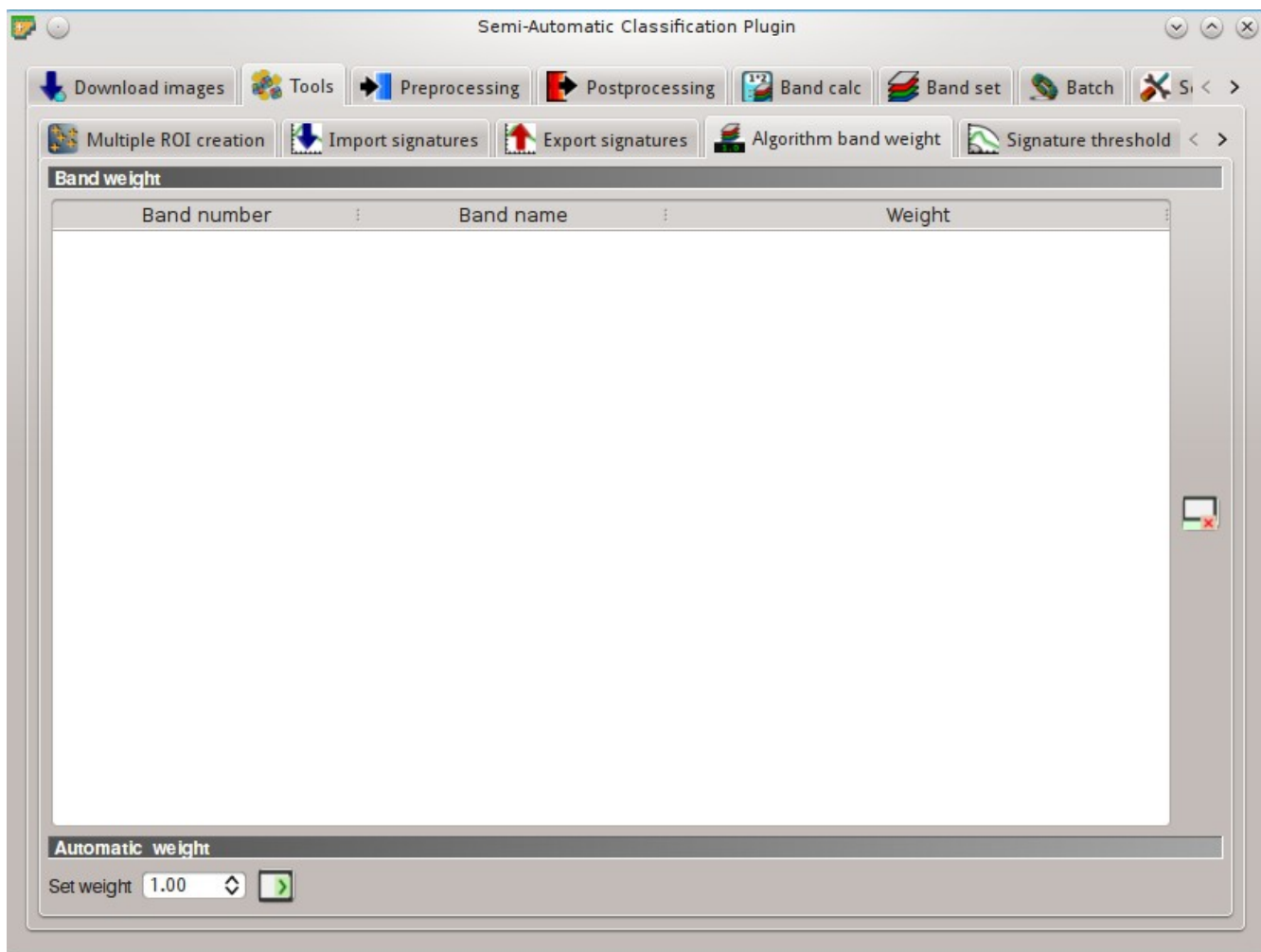






Fig. 10.12:  Вага каналу для алгоритму

Ця вкладка забезпечує призначення вагових коефіцієнтів, які можуть бути корисними для покращення спектральної відокремності матеріалів за хвилями деякої довжини (каналами). Під час процесу класифікації значення каналів та спектральних сигнатур помножуються на відповідні вагові коефіцієнти каналів, що призводить до зміни спектральних відстаней.

Вага каналу

-  **Вага каналу:** таблиця містить наступні поля;
 - *Номер каналу* : номер каналу в *Набір каналів*;
 - *Назва каналу* : назва каналу;
 - *Вага* : ваговий коефіцієнт каналу; це значення редагується;

Автоматична вага

-  : повернути вагові коефіцієнти всіх каналів до 1;
- Призначити вагу**   : встановити визначене значення як ваговий коефіцієнт для всіх виділених в таблиці каналів;

Порогові величини сигнатур

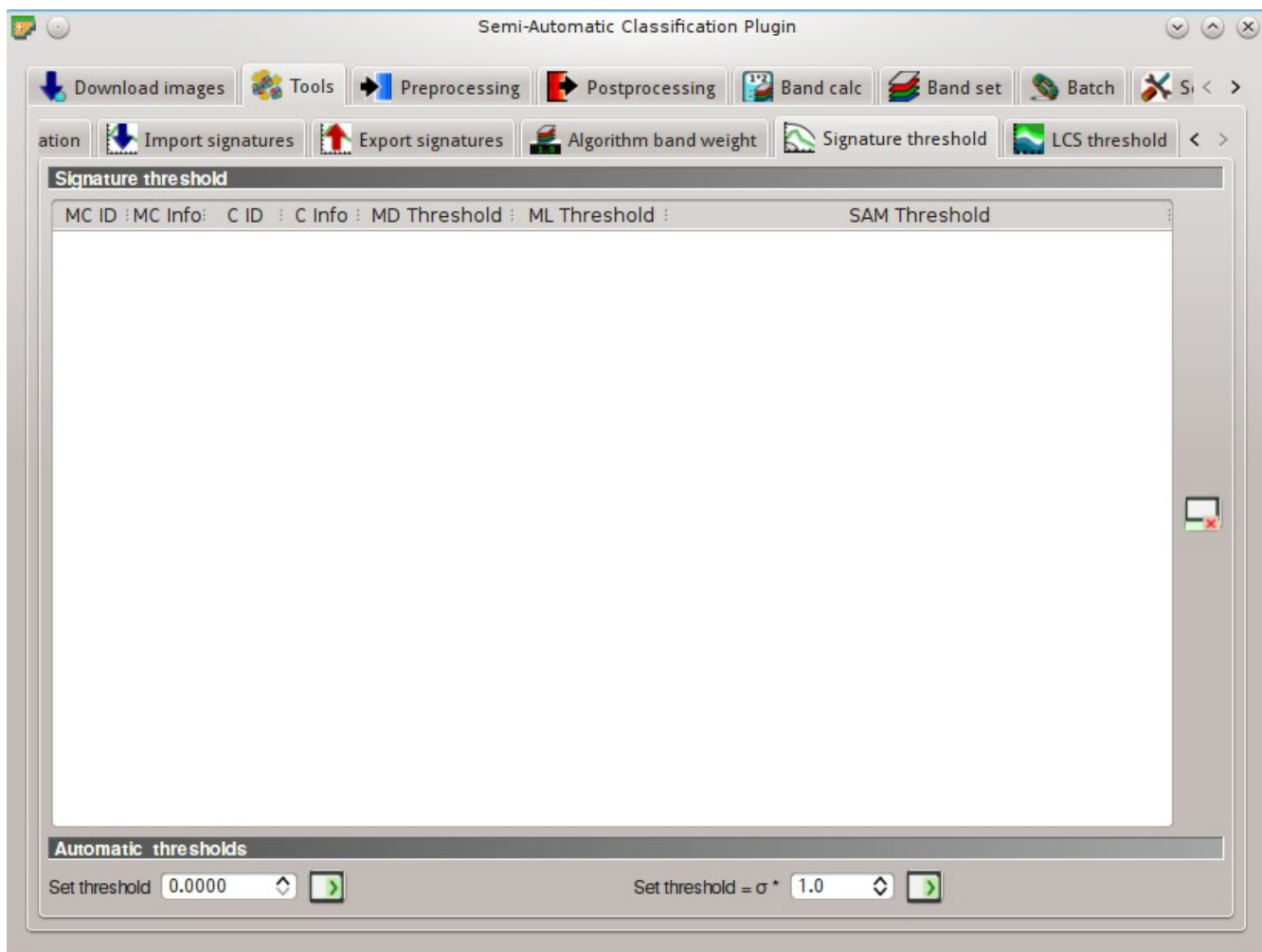





Fig. 10.13:  Порогові величини сигнатур

Ця вкладка відповідає за призначення порогової величини класифікації для кожної спектральної сигнатури. Наведено перелік всіх сигнатур, що входять до *Вхідові навчальні дані* (page 40). Дана можливість є корисною для покращення результатів класифікації, особливо якщо спектральні сигнатури подібні. Порогові величини сигнатур зберігаються до *Вхідові навчальні дані* (page 40).





Якщо значення дорівнює 0, то порогова величина не застосовується. Залежно від обраного *Алгоритм класифікації* (page 45), порогова величина застосовується по-різному:

- для Мінімальної відстані пікселі не класифікуються, якщо відстань більша за значення порогової величини;
- для Максимальної імовірності пікселі не класифікуються, якщо імовірність менша за значення порогової величини (максимально 100);
- для Картографування спектрального кута пікселі не класифікуються, якщо відстань спектрального кута більша за значення порогової величини (максимально 90).

Порогові величини сигнатур

-  **Порогова величина сигнатури:** таблиця містить наступні поля;
 - *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу сигнатури;
 - *MC Info*: характеристика макрокласу сигнатури;
 - *C ID*: унікальний ідентифікатор класу сигнатури;
 - *C Info*: характеристика класу сигнатури;
 - *Порогова величина MD*: порогова величина Мінімальної відстані; це значення редагується;
 - *Порогова величина ML*: порогова величина Максимальної імовірності; це значення редагується;
 - *Порогова величина SAM*: порогова величина Картографування спектрального кута; це значення редагується;
- : повернути порогові величини всіх сигнатур до 0 (тобто жодна порогова величина не буде застосована);

Автоматичні порогові величини

- Призначити порогову величину  : встановити визначене значення як для всіх виділених в таблиці сигнатур;
- Призначити порогову величину $= \sigma * \text{ $: для всіх виділених сигнатур встановити порогову величину автоматично розраховану як відстань (або кут) між середнім сигнатури та (середнє сигнатури + $(\sigma * v)$), де σ стандартне відхилення та v визначене значення; наразі працює для алгоритмів Мінімальної відстані та Картографування спектрального кута;

Порогові величини LCS

Ця вкладка відповідає за призначення порогових величин сигнатур, що використовуються *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161). Наведено перелік всіх сигнатур, що входять до *Вхідові навчальні дані* (page 40); крім того, порогові величини сигнатур зберігаються до *Вхідові навчальні дані* (page 40).

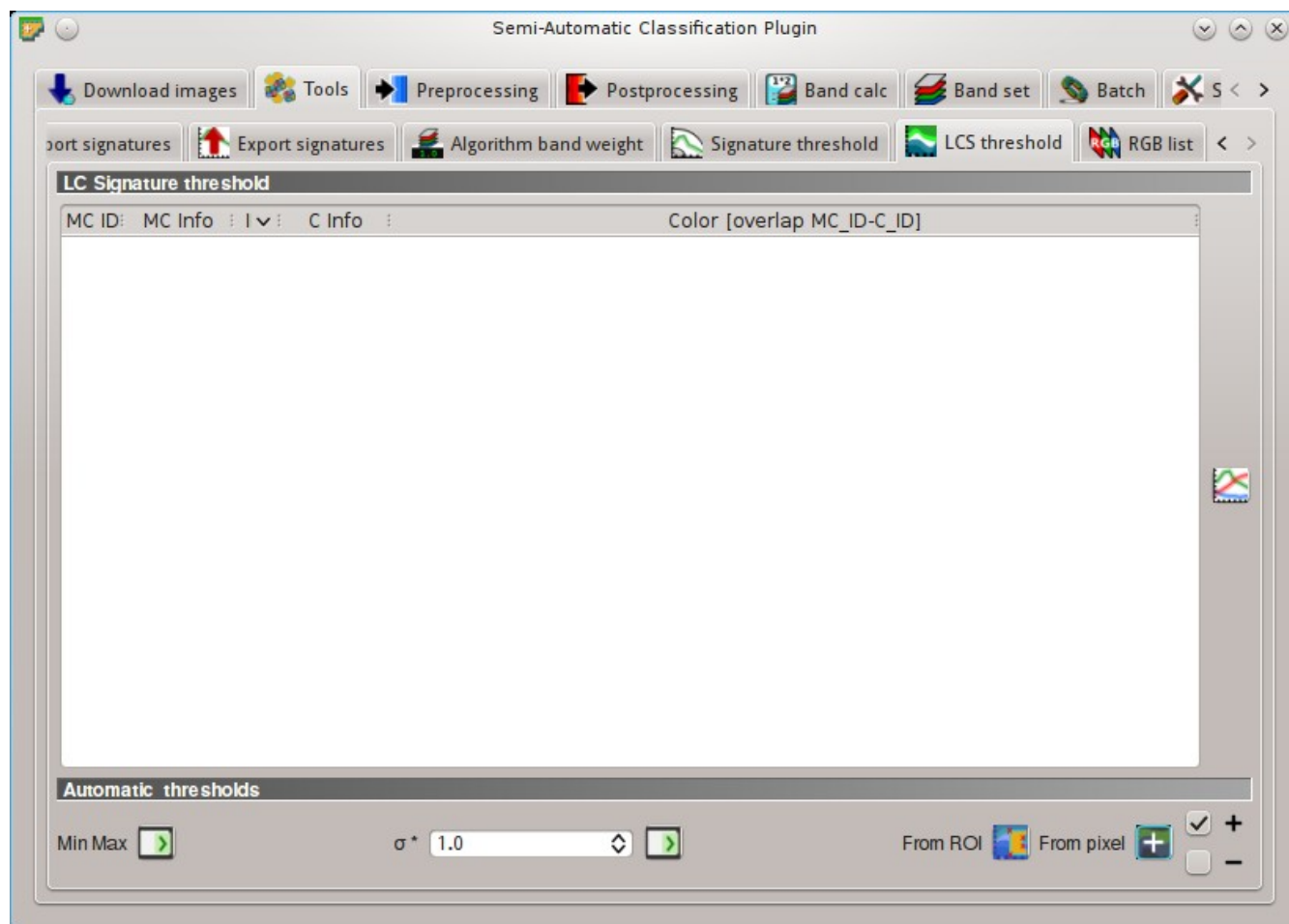






Fig. 10.14:  Порогові величини LCS









Сигнатури, що перетинаються (за належності до різних класів або макрокласів), виділено помаранчевим в таблиці *Порогова величина LC*; перевірка перетину відбувається на підставі *MC ID* або *C ID* відповідно до налаштування *Застосувати*  *MC ID*  *C ID* в *Алгоритм класифікації* (page 45). Сигнатури, що перетинаються та мають ідентичний *ID*, не виділяються.

Порогова величина LC

-  **Порогова величина LC:** таблиця містить наступні поля;
 - *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу сигнатури;
 - *MC Info*: характеристика макрокласу сигнатури;
 - *C ID*: унікальний ідентифікатор класу сигнатури;
 - *C Info*: характеристика класу сигнатури;
 - *Колір [перетин MC_ID-C_ID]*: колір сигнатури; додатково відображається комбінація *MC ID-C ID* у випадку перетину з іншими сигнатурами (див. *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161));
 - *Min B X*: мінімальне значення каналу X; це значення редагується;
 - *Max B X*: максимальне значення каналу X; це значення редагується;
- : відобразити спектральну сигнатуру ROI на *Графік спектральних сигнатур* (page 125); спектральні сигнатури розраховуються на основі *Входове зображення* (page 38);

Автоматичні порогові величини

Автоматично призначити порогові величини для сигнатур, виділених в таблиці *Порогова величина LC*; якщо жодна сигнатура не виділена, то порогова величина застосовується до всіх сигнатур.

- Min Max* : встановити порогову величину на підставі мінімуму та максимуму кожного каналу;
- $\sigma * \text{[icon]}$ : автоматично встановити порогову величину, розраховану як $(\text{значення каналу} + (\sigma * v))$, де σ стандартне відхилення кожного каналу, а v визначене значення;
- На підставі ROI* : встановити порогову величину на підставі значень пікселів тимчасової
 -  +: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури збільшується для включення сигнатури пікселя;
 -  -: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури зменшується для виключення сигнатури пікселя;
- На підставі пікселя* : встановити порогову величину клацанням на пікселі, відповідно до
 -  +: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури збільшується для включення сигнатури пікселя;
 -  -: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури зменшується для виключення сигнатури пікселя;

Перелік RGB

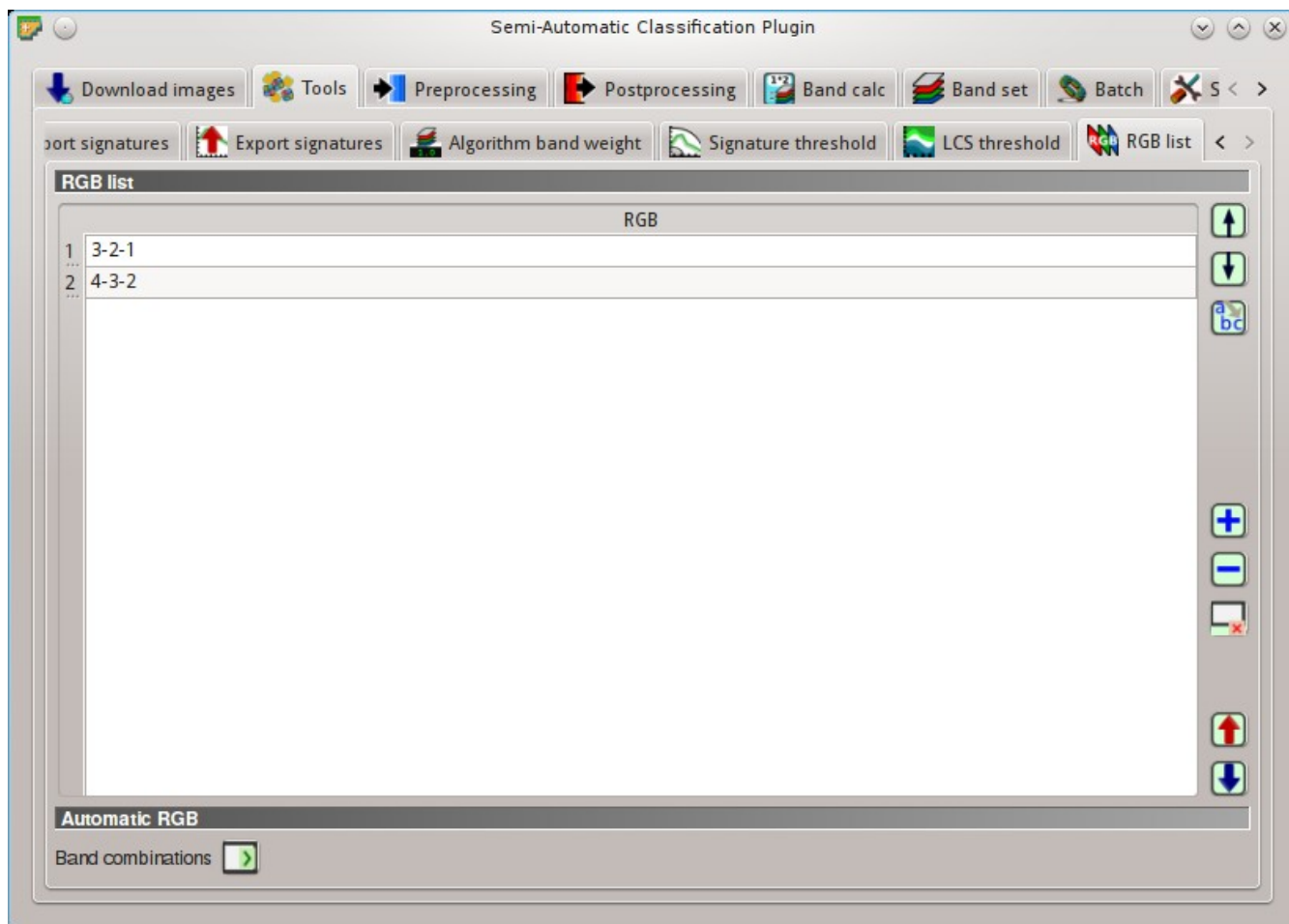











Fig. 10.15:  Перелік RGB


Дана вкладка відповідає за управління RGB *Кольоровий композит* (page 151), що застосовується в переліку RGB= *Контроль знімка* (page 33).

Перелік RGB


-  **Перелік RGB:** таблиця містить наступні поля;
 - RGB: комбінація RGB; це поле редагується вручну;
-  : перемістити виділену комбінацію RGB вгору;
-  : перемістити виділену комбінацію RGB вниз;
-  : автоматично впорядкувати комбінації RGB за ім'ям;
-  : додати рядок до таблиці;
-  : видалити виділені рядки з таблиці;

- : видалити всі комбінації RGB з *Перелік RGB*;
- : експортувати *Перелік RGB* до файлу (наприклад, .csv);
- : імпортувати попередньо збережений *Перелік RGB* з файлу (наприклад, .csv);

RGB автоматично

- : додати комбінації всіх каналів (наприклад, переставкою) до *Перелік RGB* (page 76) (наприклад, 1-2-3, 1-2-4, ..., 3-2-1);

Передоброблення







Вкладка  *Передоброблення* надає доступ до декількох інструментів для роботи з даними, які стануть у нагоді до початку безпосередньо процесу класифікації.

Landsat

Ця вкладка надає доступ до перерахунку даних знімків **Landsat 1, 2, та 3 MSS** та **Landsat 4, 5, 7, та 8** з DN (від англ. Digital Numbers - дискретних значень) до фізичних одиниць відбивальності TOA (від англ. Top Of Atmosphere - на поверхні атмосфери), або реалізації простого атмосферного коректування з застосуванням методу DOS1 (від англ. Dark Object Subtraction 1 - віднімання темного об'єкта), який належить до відносних (для більш докладної інформації щодо перерахунку даних Landsat до відбивальності TOA та атмосферного коректування DOS1, дивіться *Перерахунок знімка у значення відбивальності* (page 167)). Також доступний пан-шарпенінг; докладніше читайте *Панхроматичне об'єднання* (page 153).

Щойно визначено входові дані, доступні канали перераховуються в таблиці метаданих.

Перерахунок даних Landsat у відбивальність TOA та яскравісну температуру

- : *Каталог з каналами Landsat* : відкриває каталог, який містить канали Landsat; назви каналів Landsat повинні завершуватись відповідним номером; якщо в цьому каталозі міститься файл метаданих, то *Метадані* (page 79) заповнюється автоматично;
- : *Вибрати MTL файл* : якщо файл метаданих не міститься в *Каталог з каналами Landsat*, то вкажіть шлях до файлу метаданих, щоб автоматично заповнити *Метадані* (page 79);
-  *Яскравісна температура в градусах Цельсія*: якщо опцію увімкнено, то яскравісна температура перераховується в градуси за Цельсієм (якщо термальний канал Landsat наведений в *Метадані* (page 79)); якщо опцію вимкнено, то температура в градусах Кельвіна;
-  *Застосувати атмосферне коректування DOS1*: якщо опцію увімкнено, то *Корекція DOS1* (page 168) застосовується до всіх каналів (за виключенням термальних);
-  *Застосувати значення NoData (знімок має чорну облямівку)* : якщо опцію увімкнено, то пікселі, які мають значення NoData не враховуються під час перерахунку та DOS1

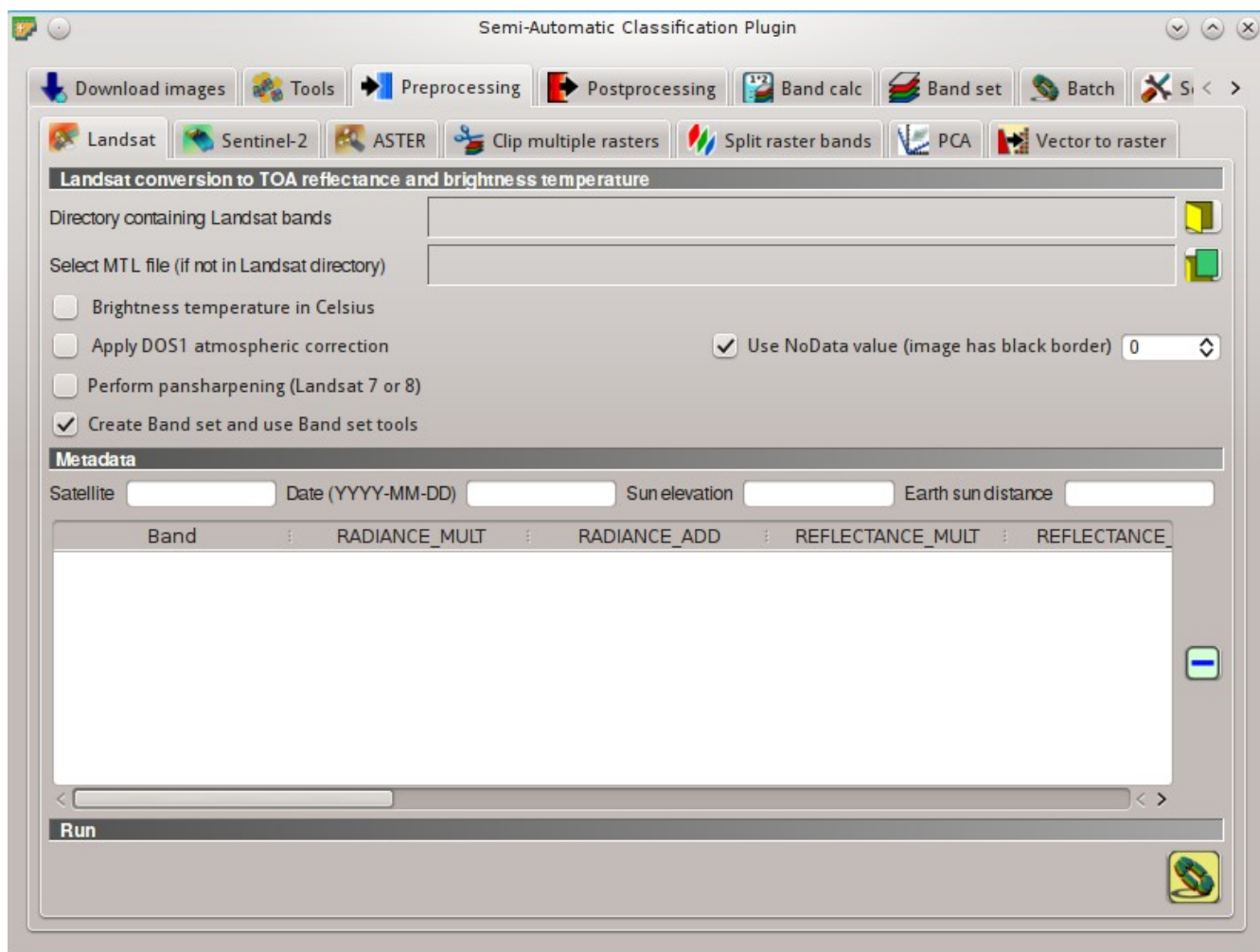










Fig. 10.16:  *Landsat*

розрахунку DNmin; цей параметр доцільно застосовувати, якщо знімок має чорну облямівку (зазвичай значення пікселя = 0);


-  *Виконати паншарпенінг*: якщо опцію увімкнено, то для *Панхроматичне об'єднання* (page 153) каналів Landsat застосовується перетворення Брові;
-  *Створити Набір каналів та застосувати інструменти Набору каналів*: якщо опцію увімкнено, то *Набір каналів* створюється після перерахунку; крім того, the *Набір каналів* обробляється відповідно до інструментів, увімкнених на *Набір каналів* (page 111);

Метадані

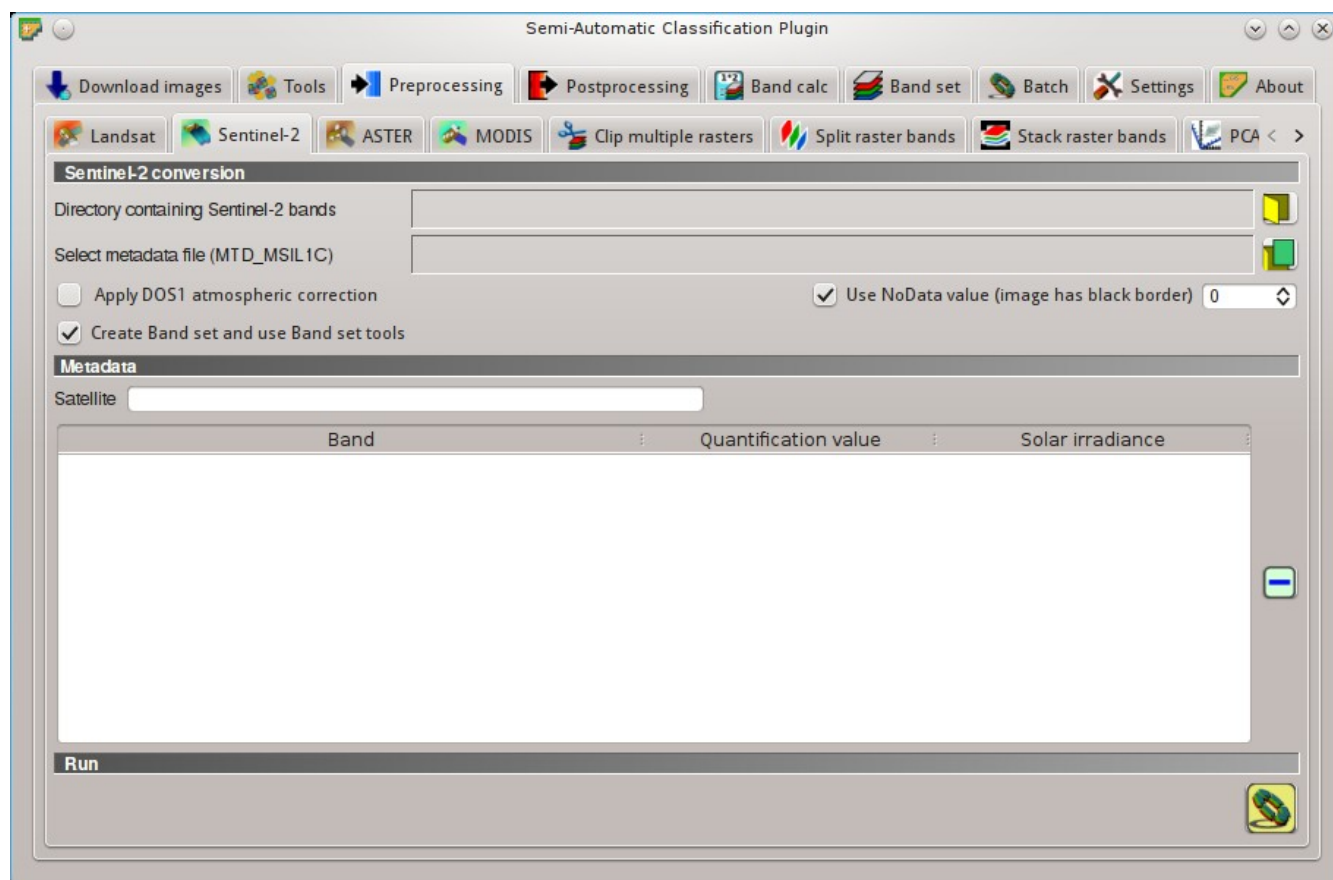

Всі канали, що знаходяться в *Каталог*, який містить канали Landsat наведені в таблиці *Метадані*. Якщо наявний файл метаданих Landsat (.txt або .met файл з суфіксом MTL), то *Метадані* заповнюються автоматично. Для інформації щодо полів *Метадані* читайте [цю сторінку](#) та [цю](#).

- *Супутник*  **T**: назва супутника (наприклад, Landsat8);
- *Дата*  **T**: дата знімання (наприклад, 2013-04-15);
- *Висота сонця*  **1**: Висота сонця в градусах;
- *Відстань між Землею та Сонцем*  **1**: відстань між Землею та Сонцем в астрономічних одиницях (розраховується автоматично, якщо *Дата* заповнена);
- : видалити виділені рядки з таблиці *Метадані*;
-  **Метадані**: таблиця містить наступні рядки:
 - *Канал*: назва каналу;
 - *RADIANCE_MULT*: множильний коефіцієнт перемасштабовування;
 - *RADIANCE_ADD*: адитивний коефіцієнт перемасштабовування;
 - *REFLECTANCE_MULT*: множильний коефіцієнт перемасштабовування;
 - *REFLECTANCE_ADD*: адитивний коефіцієнт перемасштабовування;
 - *RADIANCE_MAXIMUM*: максимальна енергетична світність;
 - *REFLECTANCE_MAXIMUM*: максимальна відбивальність;
 - *K1_CONSTANT*: стала термічного перерахунку;
 - *K2_CONSTANT*: стала термічного перерахунку;
 - *LMAX*: спектральна енергетична світність калібрована до QCALMAX;
 - *LMIN*: спектральна енергетична світність калібрована до QCALMIN;
 - *QCALMAX*: мінімальне дискретизоване та каліброване значення пікселя;
 - *QCALMIN*: максимальне дискретизоване та каліброване значення пікселя;

Виконання

- : вибрати каталог для збереження результатів та розпочати процес перерахування; перераховуються лише ті канали, які наведені в таблиці *Метадані*; перераховані канали зберігаються до вихідного каталогу з префіксом *RT_* та автоматично відкриваються в QGIS;






Sentinel-2

Fig. 10.17:  Sentinel-2


Ця вкладка надає доступ до перерахунку даних знімків **Sentinel-2** до фізичних одиниць відбивальності TOA (від англ. Top Of Atmosphere - на поверхні атмосфери), або реалізації простого атмосферного коректування з застосуванням методу DOS1 (від англ. Dark Object Subtraction 1 - віднімання темного об'єкта), який належить до відносних (для більш докладної інформації щодо перерахунку до відбивальності TOA та атмосферного коректування DOS1, дивіться [Перерахунок знімка у значення відбивальності](#) (page 167)).

Щойно визначено входові дані, доступні канали перераховуються в таблиці метаданих.

Перерахунок Sentinel-2




-  **Каталог з каналами Sentinel-2**: відкрити каталог, який містить канали Sentinel-2; назви каналів Sentinel-2 повинні закінчуватись відповідним номером; якщо в цьому каталозі міститься файл метаданих, то [Метадані](#) (page 81) заповнюється автоматично;
-  **Select metadata file**: select the metadata file which is a .xml file whose name contains MTD_MSIL1C);
-  **Застосувати атмосферне коректування DOS1**: якщо опцію увімкнено, то [Корекція DOS1](#) (page 168) застосовується до всіх каналів;
-  **Застосувати значення NoData (знімок має чорну облямівку)** : якщо опцію увімкне-

но, то пікселі, які мають значення NoData не враховуються під час перерахунку та DOS1 розрахунку DNmin; цей параметр доцільно застосовувати, якщо знімок має чорну облямівку (зазвичай значення пікселя = 0);


-  Створити Набір каналів та застосувати інструменти Набору каналів: якщо опцію увімкнено, то Набір каналів створюється після перерахунку; крім того, the Набір каналів обробляється відповідно до інструментів, увімкнених на [Набір каналів](#) (page 111);

Метадані

Всі канали, що знаходяться в *Каталог*, який містить канали Sentinel-2 наведені в таблиці *Метадані*. Якщо наявний файл метаданих Sentinel-2 (.xml файл, чиє ім'я містить MTD_MSIL1C), то *Метадані* заповнюються автоматично. Для інформації щодо полів *Метадані* читайте [цю інформативну сторінку](#).

- *Супутник* : назва супутника (наприклад, Sentinel-2A);
- : видалити виділені рядки з таблиці *Метадані*;
-  **Метадані:** таблиця містить наступні рядки;
 - *Канал:* назва каналу;
 - *Значення дискретизації:* значення для перерахунку до TOA відбивальності;
 - *Сонячна освітленість:* сонячна освітленість каналу;

Виконання





- : вибрати каталог для збереження результатів та розпочати процес перерахування; перераховуються лише ті канали, які наведені в таблиці *Метадані*; перераховані канали зберігаються до вихідного каталогу з префіксом *RT_* та автоматично відкриваються в QGIS;

ASTER

Ця вкладка надає доступ до перерахунку даних знімків **ASTER L1T** до фізичних одиниць відбивальності TOA (від англ. Top Of Atmosphere - на поверхні атмосфери), або реалізації простого атмосферного коректування з застосуванням методу DOS1 (від англ. Dark Object Subtraction 1 - віднімання темного об'єкта), який належить до відносних (для більш докладної інформації щодо перерахунку до відбивальності TOA та атмосферного коректування DOS1, дивіться [Перерахунок знімка у значення відбивальності](#) (page 167)).

Щойно визначено вхідні дані, доступні канали перераховуються в таблиці метаданих.

Перерахунок ASTER

- *Вибрати файл ASTER L1T* : вибрати знімок ASTER (файл .hdf);
-  *Застосувати атмосферне коректування DOS1:* якщо опцію увімкнено, то *Корекція DOS1* (page 168) застосовується до всіх каналів;
-  *Застосувати значення NoData (знімок має чорну облямівку)* : якщо опцію увімкнено, то пікселі, які мають значення NoData не враховуються під час перерахунку та DOS1

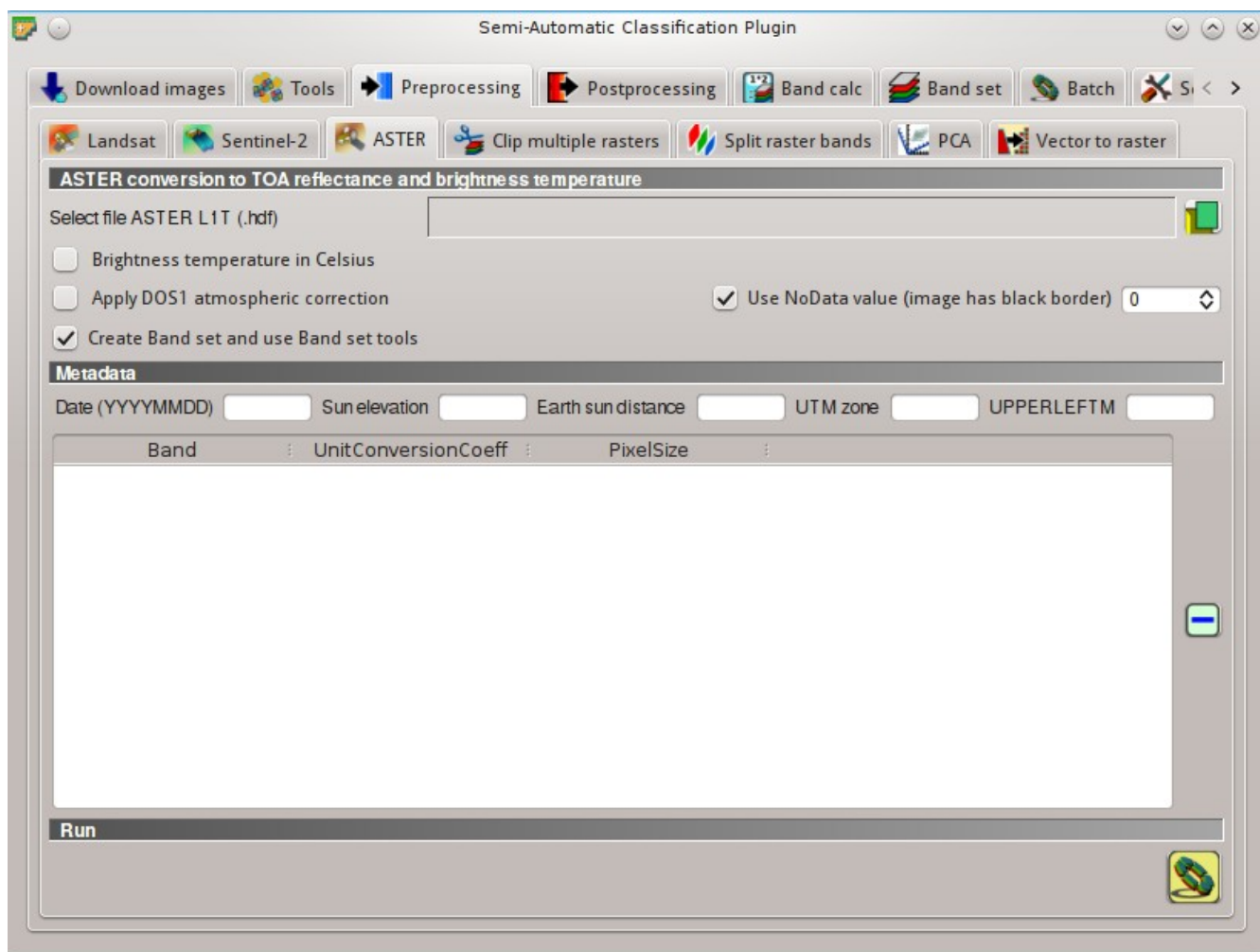










Fig. 10.18:  ASTER

розрахунку DNmin; цей параметр доцільно застосовувати, якщо знімок має чорну облямівку (зазвичай значення пікселя = 0);


-  *Створити Набір каналів та застосувати інструменти Набору каналів*: якщо опцію увімкнено, то *Набір каналів* створюється після перерахунку; крім того, the *Набір каналів* обробляється відповідно до інструментів, увімкнених на *Набір каналів* (page 111);

Метадані

Всі канали, знайдені в *Вибрати файл ASTER L1T* перераховуються в таблиці *Метадані*. Для інформації щодо полів *Метадані* відвідайте [сторінку ASTER](#).

- *Дата* : дата знімання (наприклад, 20130415);
- *Висота сонця* : Висота сонця в градусах;
- *Відстань між Землею та Сонцем* : відстань між Землею та Сонцем в астрономічних одиницях (розраховується автоматично, якщо *Дата* заповнена);
- *Зона UTM* : номер зони UTM знімка;
- *UPPERLEFTM* : координати верхнього лівого кута знімка;
- : видалити виділені рядки з таблиці *Метадані*;
-  **Метадані**: таблиця містить наступні рядки;
 - *Канал*: назва каналу;
 - *UnitConversionCoeff*: значення для перерахунку до світності;
 - *Сонячна освітленість*: сонячна освітленість каналу;

Виконання



- : вибрати каталог для збереження результатів та розпочати процес перерахування; перераховуються лише ті канали, які наведені в таблиці *Метадані*; перераховані канали зберігаються до вихідного каталогу з префіксом *RT_* та автоматично відкриваються в QGIS;

MODIS

Ця вкладка забезпечує перетворення знімків **MODIS** в формат .tif та перепроєктування у WGS 84.

Щойно визначено вхідні дані, доступні канали перераховуються в таблиці метаданих.

Перерахунок MODIS

- *Вибрати файл MODIS* : вибрати знімок MODIS (файл .hdf);
-  *Перепроєктувати у WGS 84*: якщо параметр увімкнено, то перепроєктувати канали у WGS 84, що вимагається для роботи в SCP;

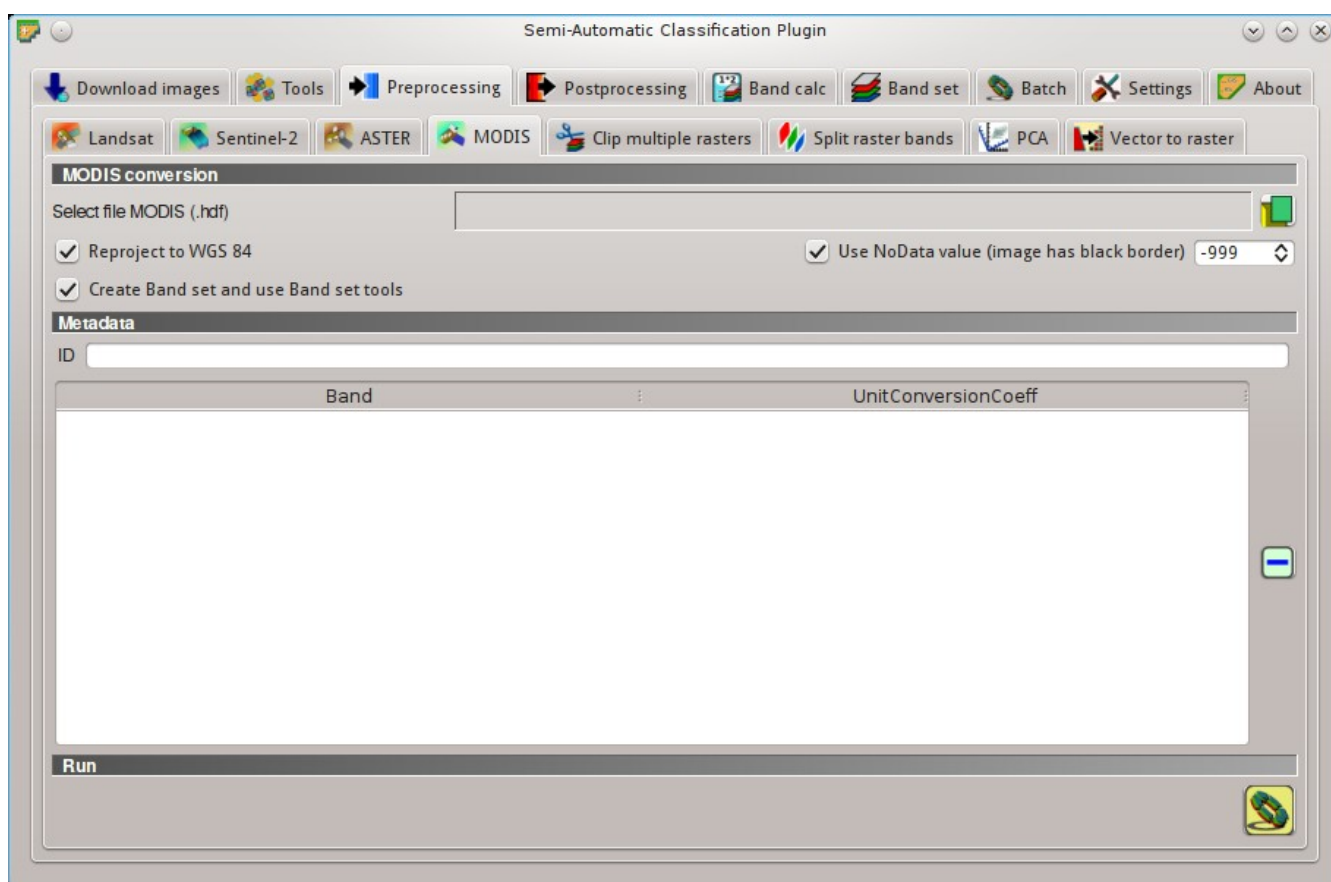








Fig. 10.19:  MODIS


-  *Застосувати значення NoData (знімок має чорну облямівку)* : якщо опцію увімкнено, то пікселі, які мають значення NoData не враховуються під час перерахунку та DOS1 розрахунку DNmin; цей параметр доцільно застосовувати, якщо знімок має чорну облямівку (зазвичай значення пікселя = 0);
-  *Створити Набір каналів та застосувати інструменти Набору каналів*: якщо опцію увімкнено, то *Набір каналів* створюється після перерахунку; крім того, the *Набір каналів* обробляється відповідно до інструментів, увімкнених на *Набір каналів* (page 111);

Метадані

Всі канали, знайдені в *Вибрати файл MODIS* перераховуються в таблиці *Метадані*. Для інформації щодо полів *Метадані* відвідайте сторінку [MODIS](#).

-  *ID*: унікальний ідентифікатор знімка;
- : видалити виділені рядки з таблиці *Метадані*;
-  **Метадані: таблиця містить наступні рядки:**
 - *Канал*: назва каналу;
 - *КоефПерерахункуОдиниць*: значення для перерахунку;



Виконання

- : вибрати каталог для збереження результатів та розпочати процес перерахування; перераховуються лише ті канали, які наведені в таблиці *Метадані*; перераховані канали зберігаються до вихідного каталогу з префіксом *RT_* та автоматично відкриваються в QGIS;

Пакетне відтинання растрів




Ця вкладка забезпечує одночасне відтинання декількох каналів знімка з використанням прямокутної області, заданої координатами точок, або контуру, що визначається шейп-файлом.

Перелік растрів

- : оновити перелік шарів;
- : вибрати всі растри;

Координати відтинання

Призначити координати верхньої лівої (UL) та нижньої правої (LR) точок прямокутної області, що буде використана для відтинання; також можливо ввести координати вручну. Інакше використовуйте шейп-файл.

- UL X* : призначити UL X координату;
- UL Y* : призначити UL Y координату;
- LR X* : призначити LR X координату;

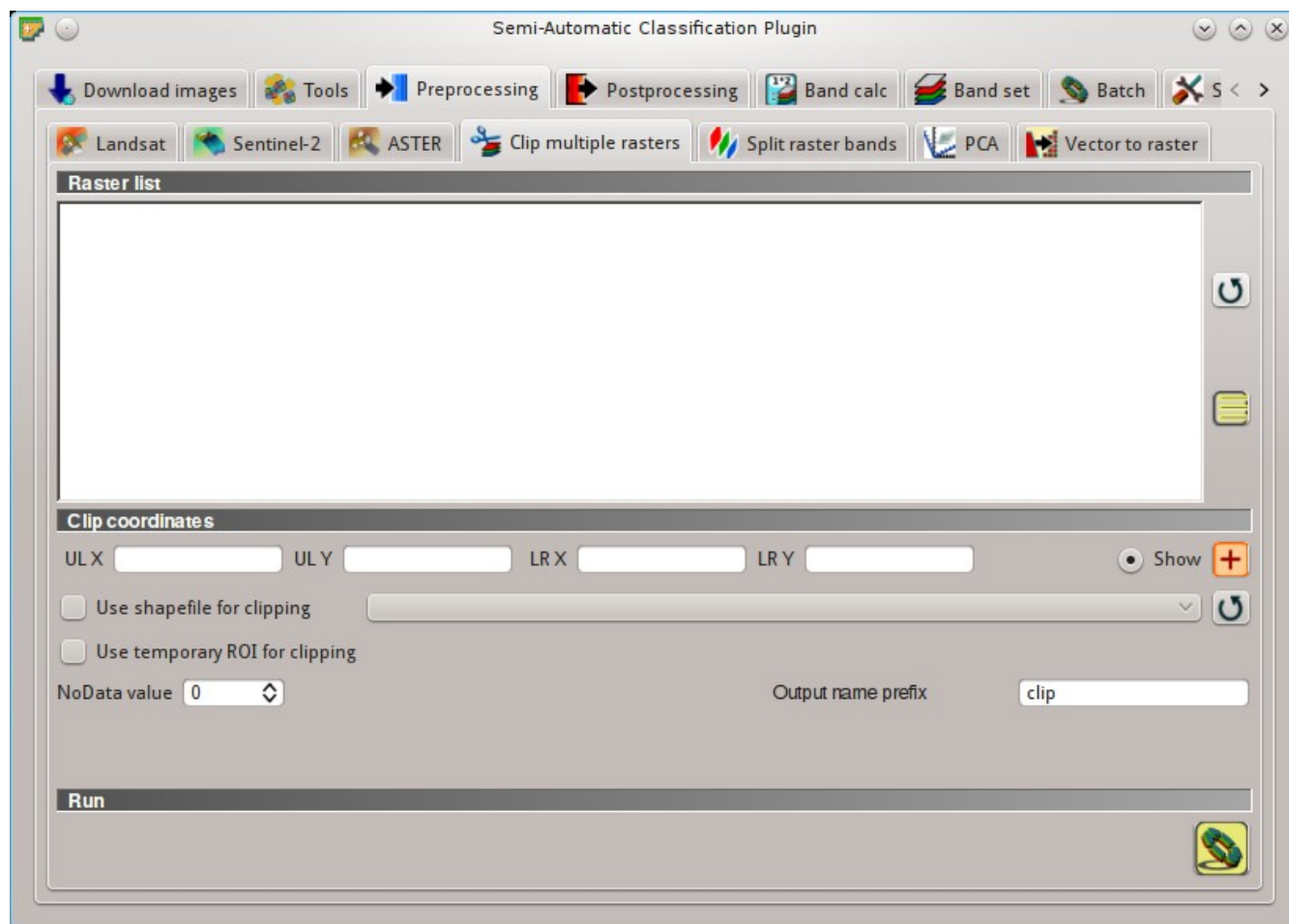













Fig. 10.20:  *Пакетне відтинання растрів*

- **LR Y** : призначити LR Y координату;
-  *Показати*: показати або приховати область відтинання на карті;
- : визначити область відтинання кресленням прямокутника на карті; ліве клацання для призначення точки UL та праве клацання для призначення точки LR; область відображається на карті;
-  *Використати для відтинання шейп-файл* : якщо опцію увімкнено, то для відтинання застосовується вибраний шейп-файл (попередньо завантажений до QGIS); координати UL та LR ігноруються;
-  *Використати для відтинання тимчасову ROI*: якщо опцію увімкнено, то для відтинання застосовується тимчасова ROI (див. [Створення ROI](#) (page 42)); координати UL та LR ігноруються;
- : оновити перелік шарів;
-  *Значення NoData* : якщо опцію увімкнено, то призначається значення для пікселів NoData (тобто пікселів поза межами області відтинання);
- *Префікс назви виходового результату*  **T**: призначити префікс для назв результуючих файлів (стандартно clip);




Виконання

- : визначити місце запису результатів та провести відтинання для вибраних растрів; тільки растри, вибрані в [Перелік растрів](#) (page 85) відтинаються та автоматично завантажуються до QGIS;


Роз'єднати канали растра

Роз'єднати багатоканальний растр на окремі канали.

Входний растр

- *Вибрати багатоканальний растр* : вбрати багатоканальний растр, попередньо завантажений до QGIS;
- : оновити перелік шарів;
- *Префікс назви виходового результату*  **T**: призначити префікс для назв результуючих файлів (стандартно split);

Виконання

- : визначити місце запису результатів та роз'єднати вбраний растр; виходові растри каналів автоматично завантажуються до QGIS;

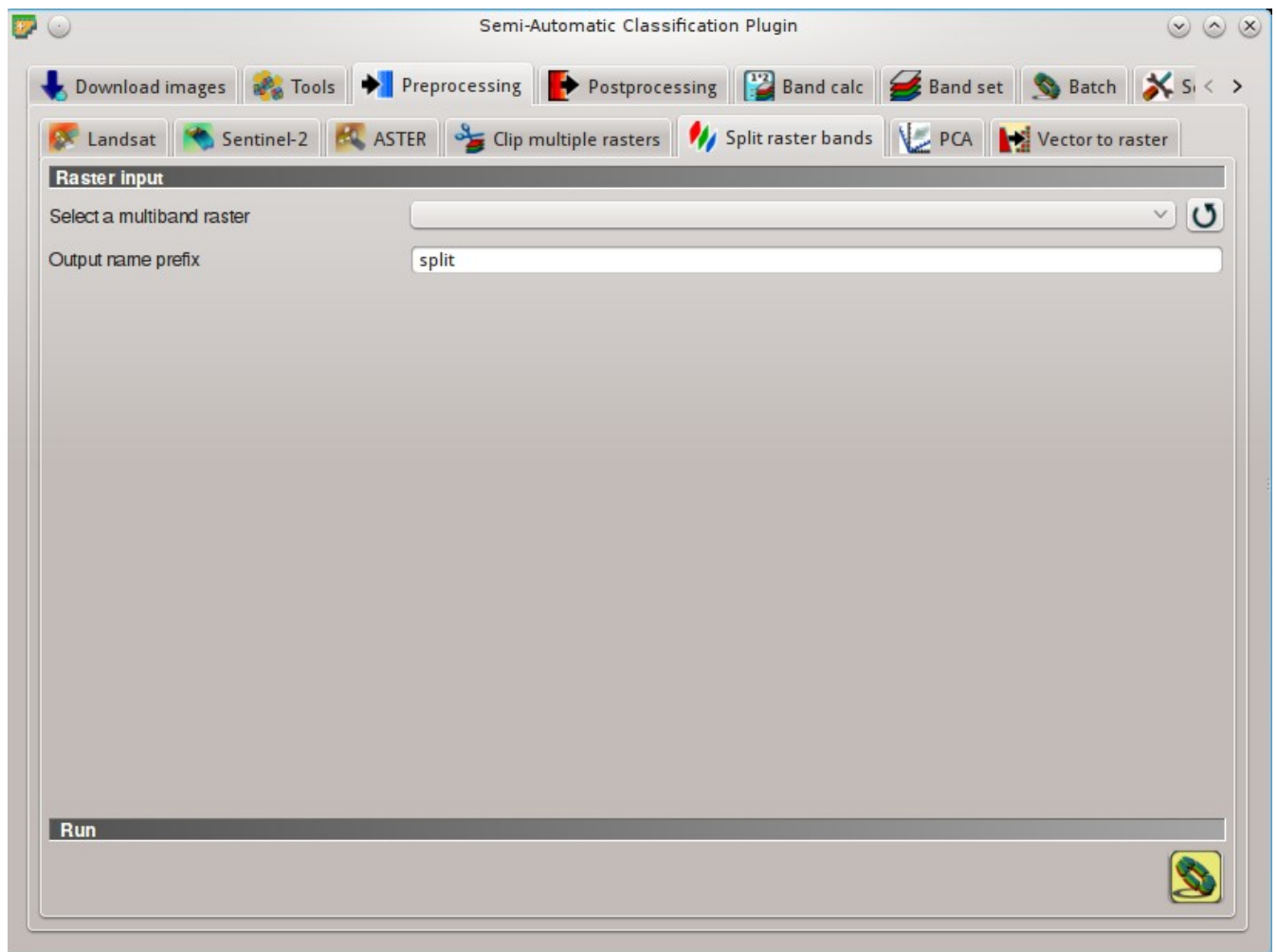



Fig. 10.21:  Роз'єднати канали растра

Скласти стосом канали растра

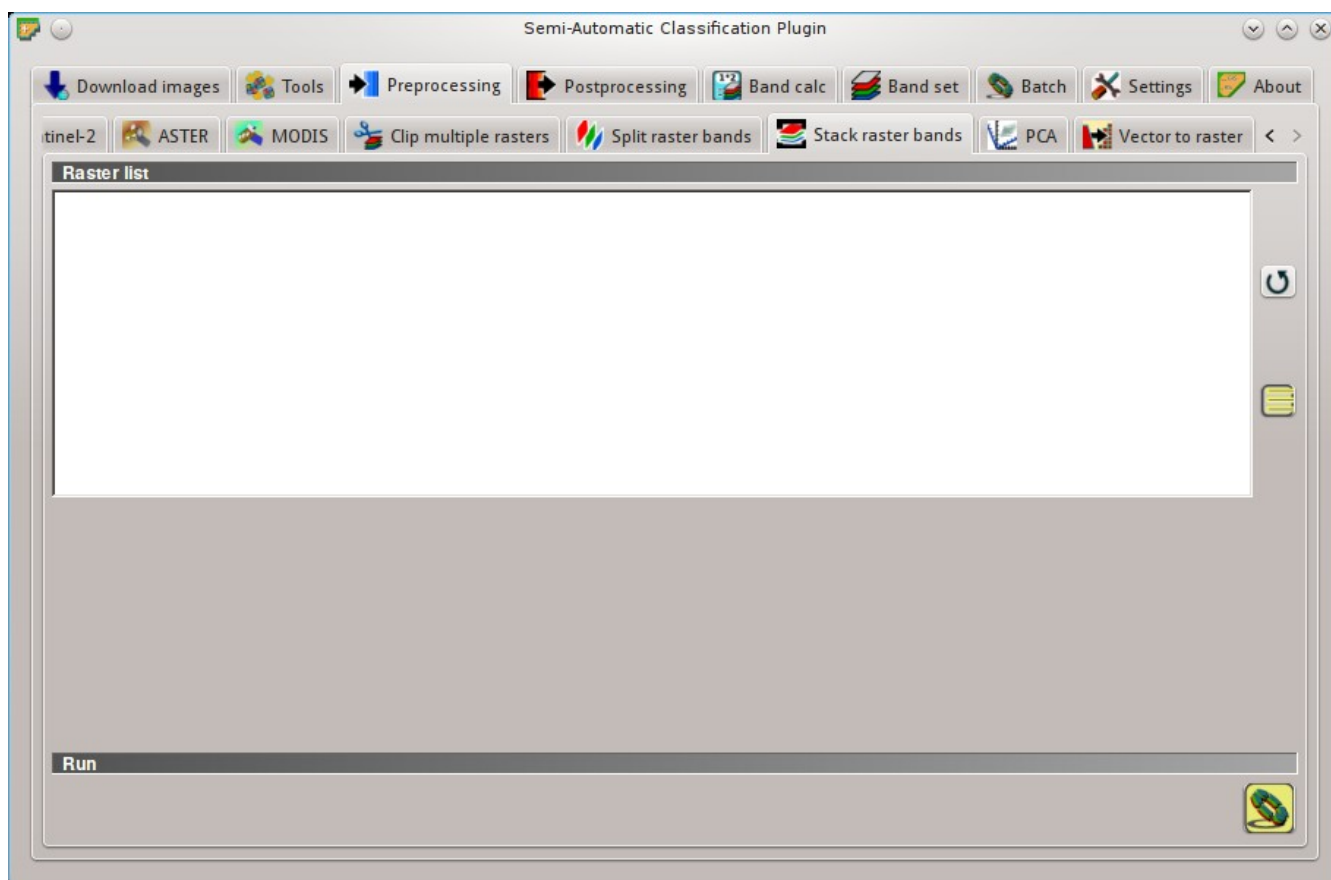






Fig. 10.22:  Скласти стосом канали растра

Скласти стосом канали растра у єдиний файл.

Переілк растрів

-  : оновити перелік шарів;
-  : вибрати всі растри;

Виконання

-  : визначити місце запису результатів та скласти стосом вибрані растри; виходовий результат автоматично завантажується до QGIS;

PCA

Дана вкладка відповідає за PCA (*Аналіз головних компонент* (page 152)) растрів каналів, що завантажені до *Набір каналів*.

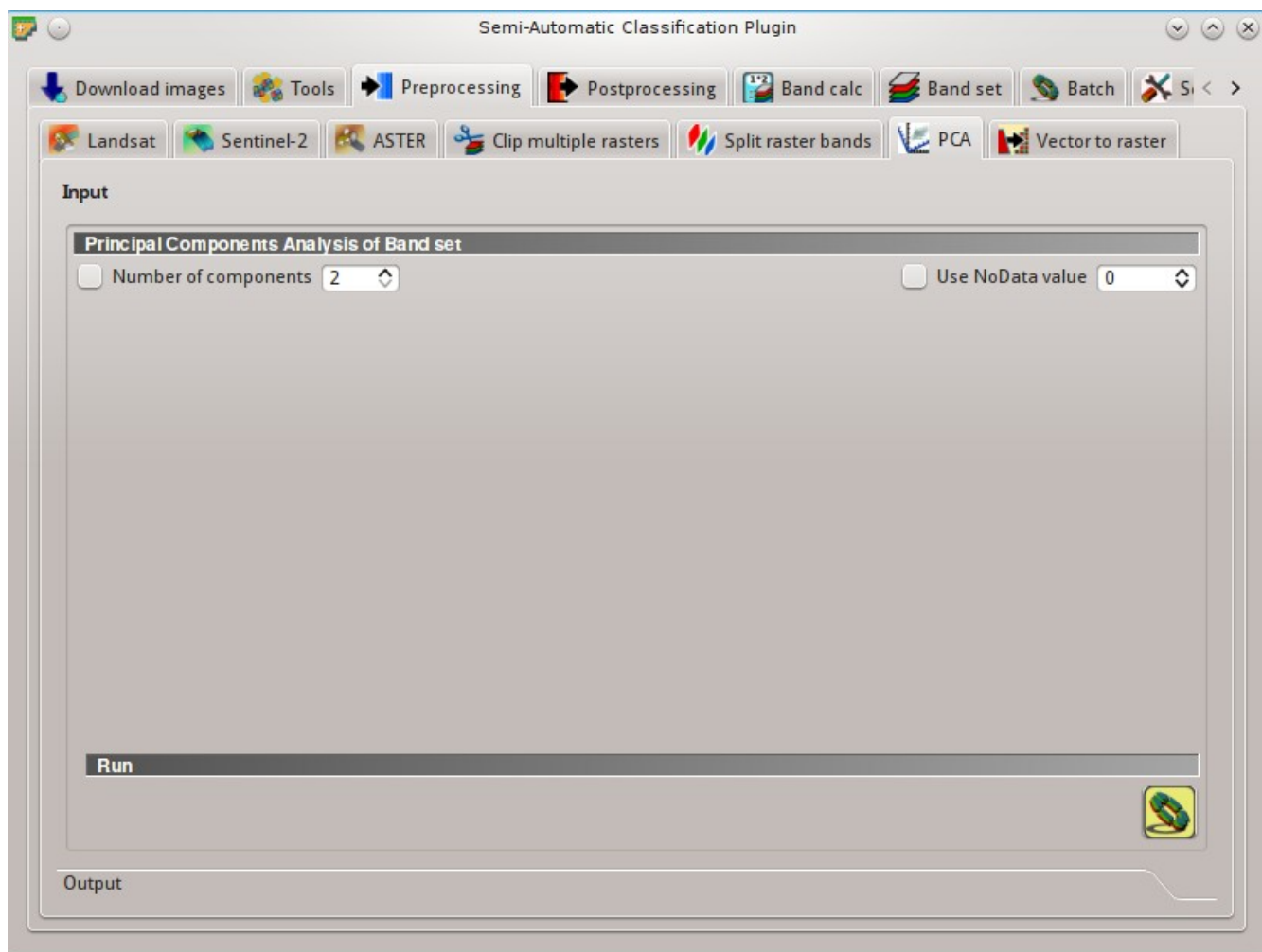






Fig. 10.23:  PCA

Аналіз головних компонент набору каналів

-  *Кількість компонент* : якщо опцію увімкнено, то призначається кількість компонент, що розраховуються; якщо вимкнено, то розраховуються всі компоненти;
-  *Використовувати значення NoData* : якщо опцію увімкнено, то призначається значення пікселів NoData, які ігноруватимуться під час розрахунків;

Виконання

- : визначити місце запису результатів та розпочати процес розрахунків; головні компоненти розраховуються та зберігаються, як растрові файли; крім того, подробиці PCA відображаються у вкладці *Вихідний результат* та зберігаються до файлу .txt в вихідну директорію;

Вектор в растр

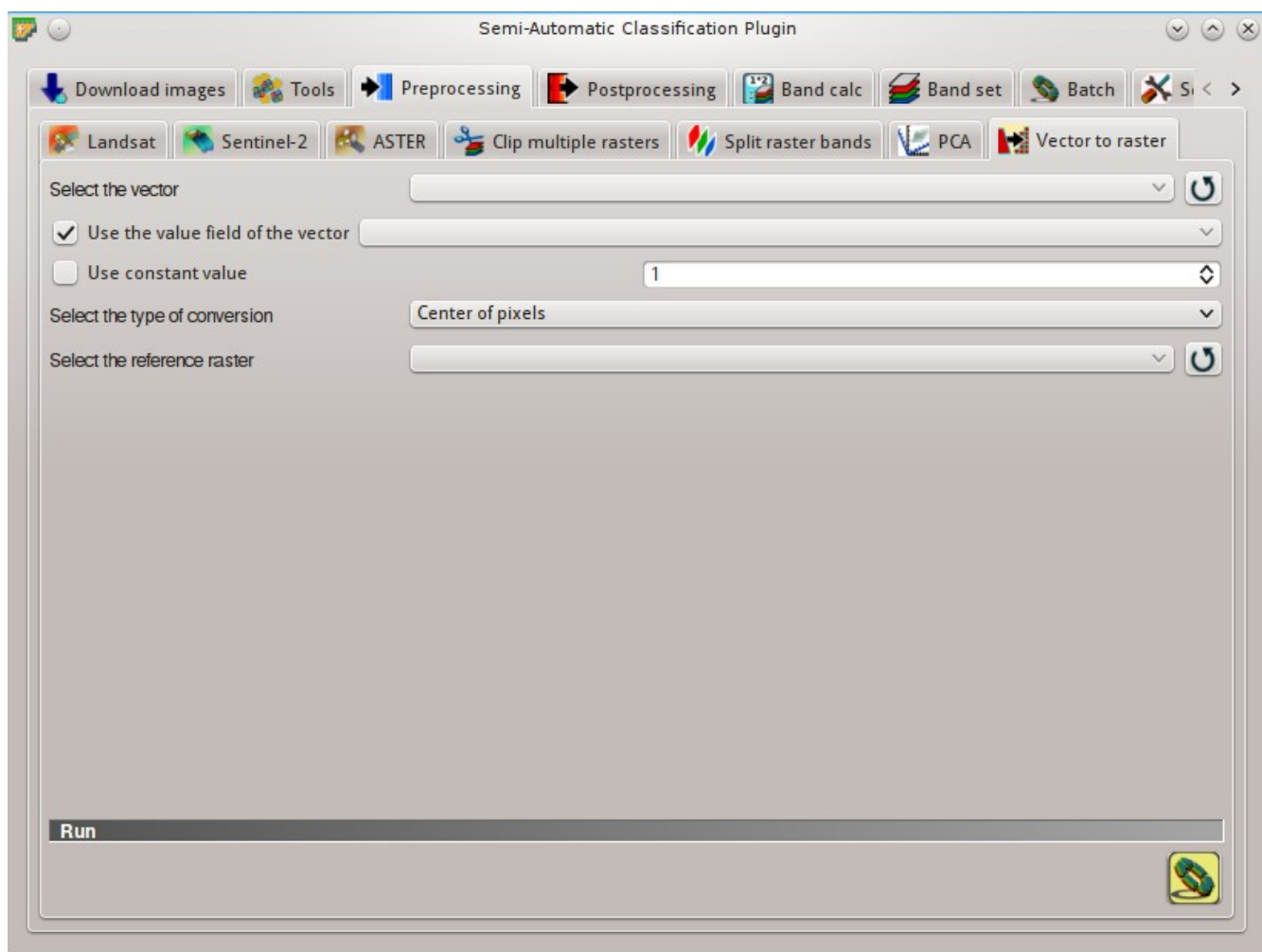











Fig. 10.24:  Вектор в растр

Ця вкладка забезпечує перетворення вектора в растровий формат.


- Вибрати вектор* : вибрати вектор, попередньо завантажений до QGIS;

-  : оновити перелік шарів;
-  *Використати поле значень вектора*  : якщо опцію увімкнено, то вибране поле використовується в якості атрибута для перетворення; пікселі вихідного результуючого растра мають ті ж самі значення, що і атрибут вектора;
-  *Використати постійне значення*  : якщо опцію увімкнено, то полігони перетворюються в растр з використанням вибраного постійного значення;
- *Вибрати тип перетворення*  : вибрати тип перетворення між *Центр пікселів* та *Всі дотичні*
 - *Центр пікселів*: під час перетворення вектор порівнюється з реперним растром; пікселі вихідного результуючого растра відносяться до полігона, якщо центр пікселя всередині цього полігона;
 - *Всі дотичні пікселі*: під час перетворення вектор порівнюється з реперним растром; пікселі вихідного результуючого растра відносяться до полігона, якщо піксель дотичний до нього;
- *Вибрати реперний растр*  : вибрати реперний растр; пікселі вихідного результуючого растра мають той самий розмір та розташування, що і в реперного растра;
-  : оновити перелік шарів;

Виконання

-  : визначити каталог вихідних результатів та розпочати перетворення в растр;

Післяоброблення


Вкладка  *Післяоброблення* надає доступ до декількох функцій, що можуть бути застосовані до вихідних результатів класифікації.

Точність

Ця вкладка забезпечує підтвердження правильності класифікації (читайте *Оцінка точності* (page 165)). Класифікація порівнюється з контрольним растром або контрольним шейп-файлом (який автоматично перетворюється на растр). Якщо в якості контрольного файлу призначено шейп-файл, то надається можливість вибору поля, яке містить значення класу.

Розраховується декілька статистик, а саме загальна точність, похибка омісії, похибка комісії та критерій каппа. Вихідним результуючим файлом є **растр похибки**, який являє собою файл **.tif**, що унаочнює похибки на карті, де значення пікселів відповідають категоріям порівняння (тобто комбінаціям визначеним **КодМатриціПохибок** в матриці похибок) між класифікацією та контрольним файлом. Додатково створюється текстовий файл з матрицею похибок (файл **.csv** з розділювачами табуляції) з тим самими ім'ям, що було визначено для файлу **.tif**.

Вхідні дані

- *Вибрати класифікацію для оцінювання*  : вибрати растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS);

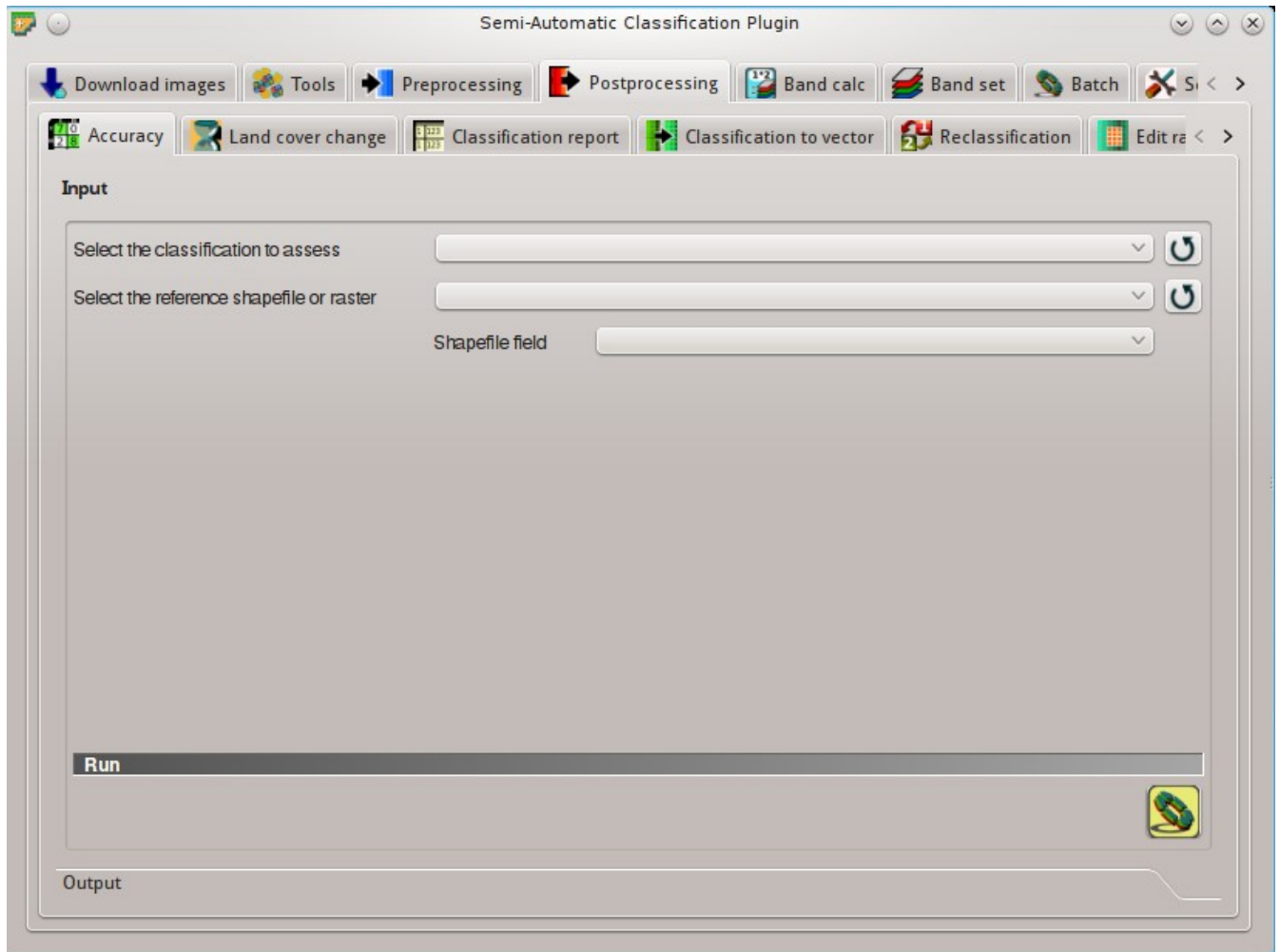







Fig. 10.25:  Точність

-  : оновити перелік шарів;
- *Вибрати контрольний шейп-файл або растр* : вибрати растр або шейп-файл (попередньо завантажений до QGIS), який буде використано в якості контрольного (наземні контрольні дані) для оцінки точності;
-  : оновити перелік шарів;
- *Поле шейп-файлу* : якщо в якості контрольного файлу обрано шейп-файл, то призначте поле атрибутивної таблиці, яке містить числові значення класів;

Виконання

- : визначити місце запису результатів та розпочати розрахунки; матриця похибок відображається у вкладці *Вихідний результат* та растр похибок завантажується до QGIS;

Зміни земельного покриття

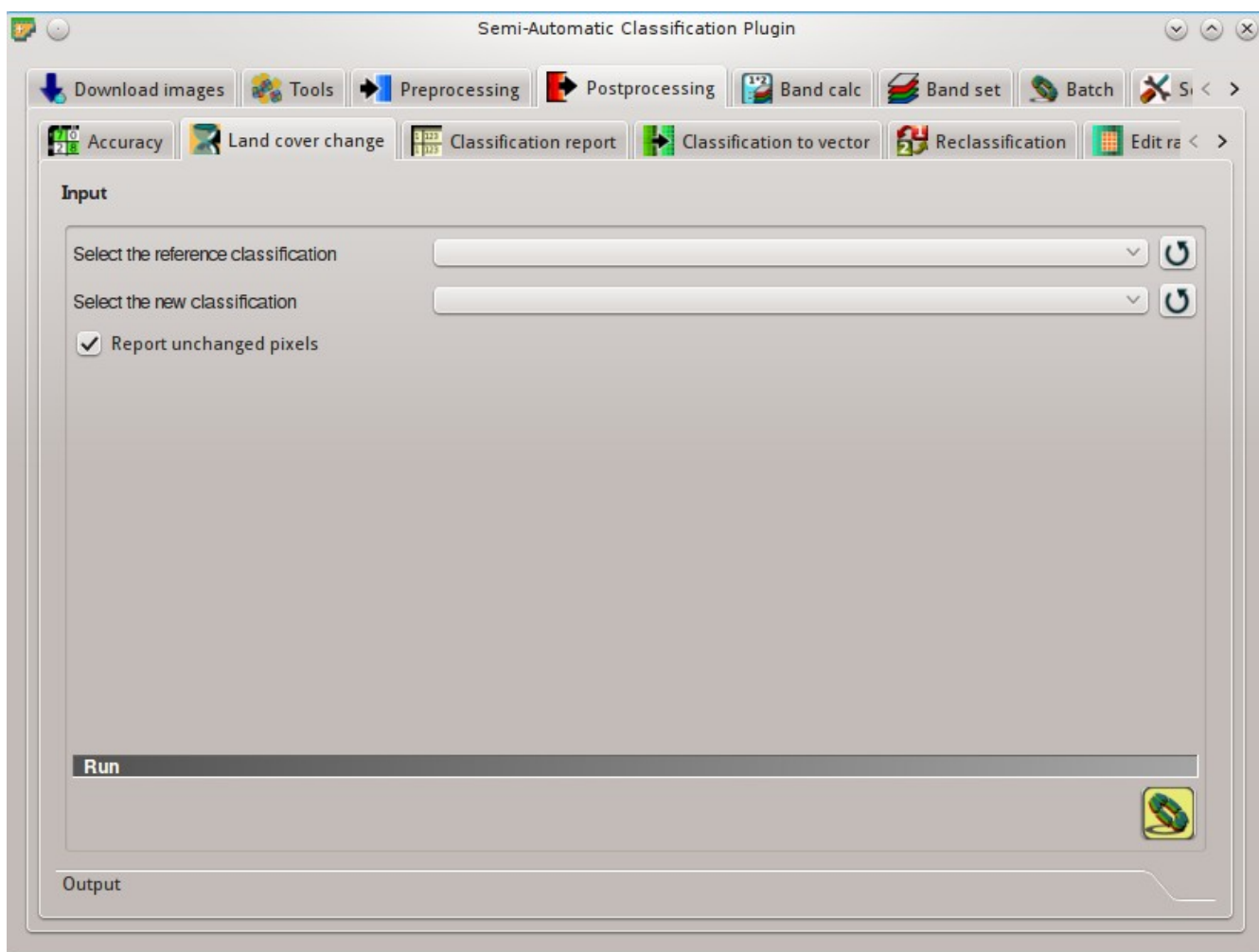









Fig. 10.26:  Зміни земельного покриття

Вкладка **Зміни земельного покриття** надає можливості порівняння двох класифікацій з метою оцінки змін земельного покриття. Вихідним результатом є **растр змін земельного покриття** (файл .tif, який відображає зміни на карті, де кожний піксель представляє категорію порівняння (комбінацію) між двома класифікаціями, яка є **КодомЗміни** в статистиці змін земельного покриття) та текстовий файл, що містить статистику змін земельного покриття (файл .csv з розділювачами табуляції з тим самими ім'ям, що було визначено для файлу .tif).

Вхідні дані

- *Вибрати контрольну класифікацію* : вибрати контрольний растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;
- *Вибрати нову класифікацію* : вибрати новий растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS), який буде порівнюватись з контрольною класифікацією;
- : оновити перелік шарів;
-  *Повідомити про пікселі, що не змінились*: якщо опцію увімкнено, то буде також повідомлено про пікселі, що не змінились (мають однакові значення в обох класифікаціях);





Виконання

- : визначити місце запису результатів та розпочати розрахунки; статистика змін земельного покриття відображається у вкладці *Вихідний результат* (та зберігається до текстового файлу) та **растр змін земельного покриття** завантажується до QGIS;


Звіт за результатами класифікації

Ця вкладка забезпечує розрахунок статистики такої як кількість пікселів, відсоток та площа (одиниці вимірювання площі визначаються на основі знімка).

Вхідні дані

- *Вибрати класифікацію* : вибрати растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;
-  *Використовувати значення NoData* : якщо параметр увімкнено, то значення NoData буде виключено зі звіту;

Виконання

- : визначити місце запису результатів та розпочати розрахунки; звіт зберігається до текстового файлу та відображається у вкладці *Вихідний результат*;

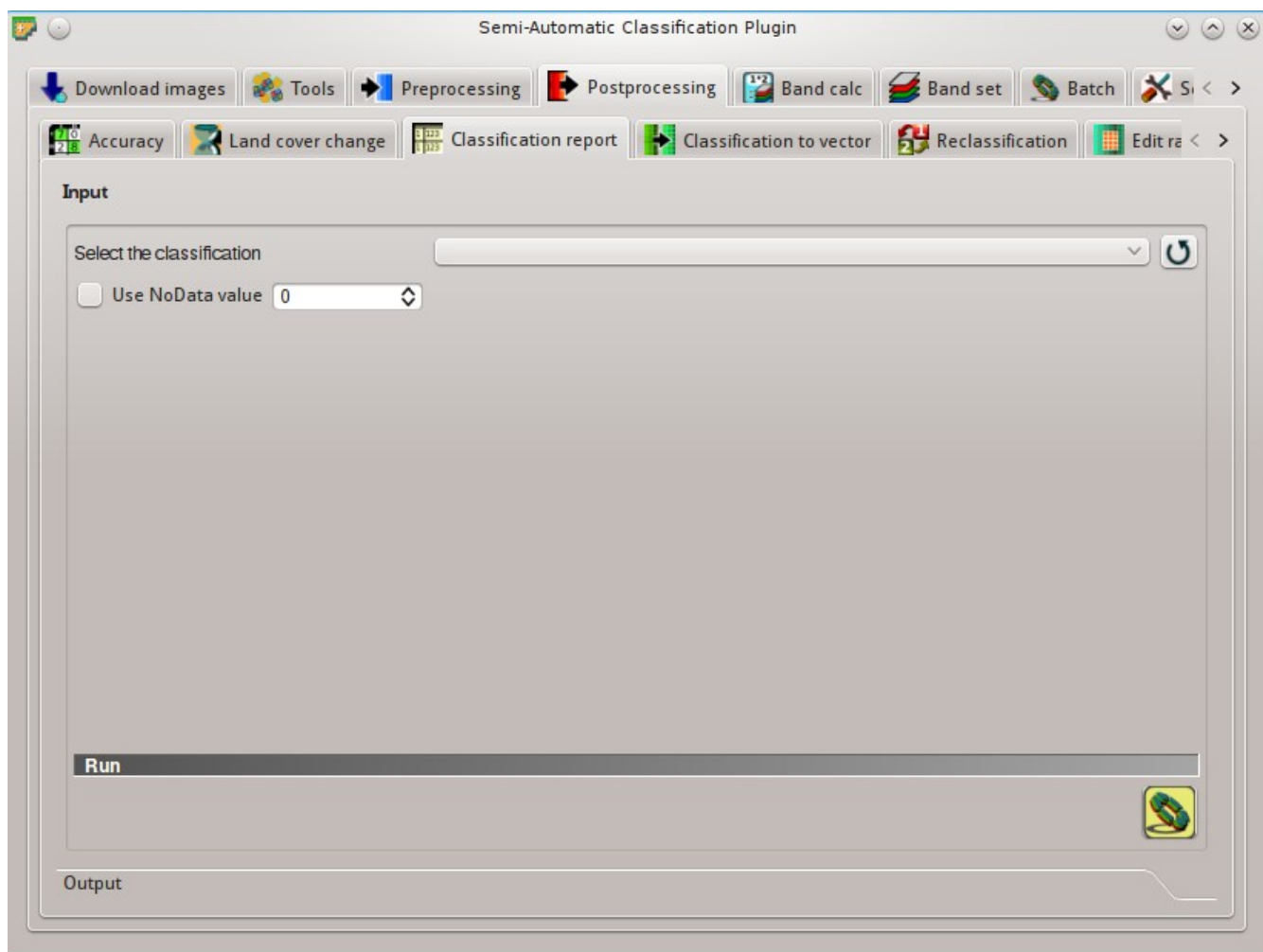



Fig. 10.27:  Звіт за результатами класифікації

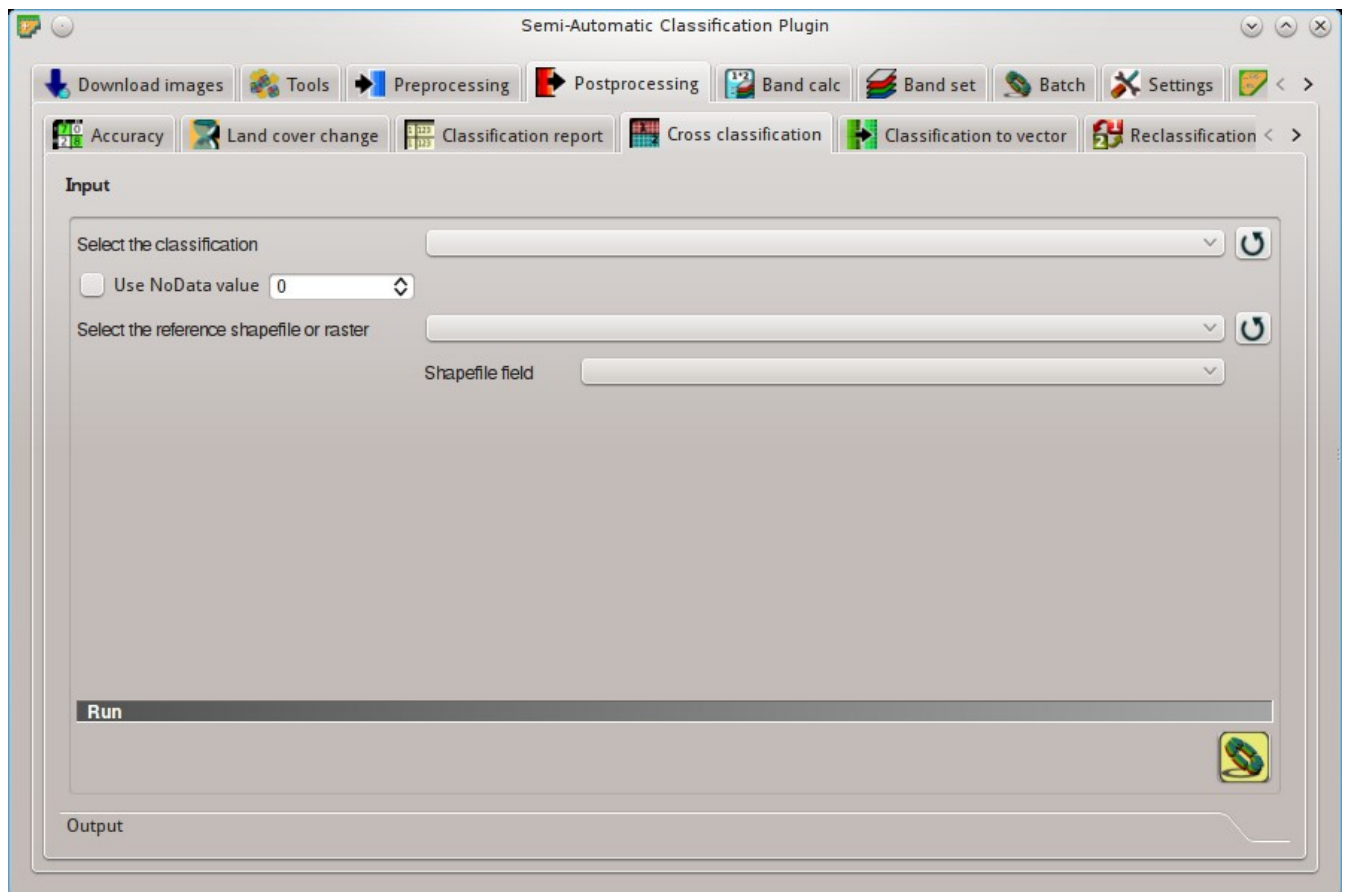









Fig. 10.28:  Перехресна класифікація

Перехресна класифікація


Ця вкладка забезпечує розрахунок перехресної класифікації растра та матриці. Класифікація порівнюється з контрольним растром або шейп-файлом (який автоматично перетворюється на растр). Це зручно для розрахунку площ кожної комбінації між контрольними класами та значеннями класифікації. Якщо в якості контрольного файлу призначено шейп-файл, то надається можливість вибору поля, яке містить значення класу.

Вихідним результатом є **перехресний растр**, що являє собою файл `.tif`, де значення пікселів представляють категорії порівняння (тобто комбінації визначені КодПерехресноїМатриці) між класифікацією та контрольними даними. Додатково створюється текстовий файл з перехресною матрицею (наприклад файл `.csv` з розділювачами табуляції) з тим самими ім'ям, що було визначено для файлу `.tif`.

Входні дані



- *Вибрати класифікацію* : вибрати растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;
-  *Використовувати значення NoData* : якщо параметр увімкнено, то значення NoData буде виключено з розрахунків;
- *Вибрати контрольний шейп-файл або растр* : вибрати растр або шейп-файл (попередньо завантажений до QGIS), який буде використано в якості контрольного;
- : оновити перелік шарів;
- *Поле шейп-файлу* : якщо в якості контрольного файлу обрано шейп-файл, то призначте поле атрибутивної таблиці, яке містить числові значення класів;

Виконання



- : визначити місце запису результатів та розпочати розрахунки; перехресна матриця відображається у вкладці *Вихідний результат* та **перехресний растр** завантажуються до QGIS;

Класифікацію у вектор

Ця вкладка забезпечує перетворення растра класифікації у векторний шейп-файл.

- *Вибрати класифікацію* : вибрати растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;

Символіка

-  *Застосувати код з Переліку сигнатур* : якщо опцію увімкнено, то колір та інформація
 - MC ID: застосувати унікальні ідентифікатори макрокласів;
 - C ID: застосувати унікальні ідентифікатори класів;

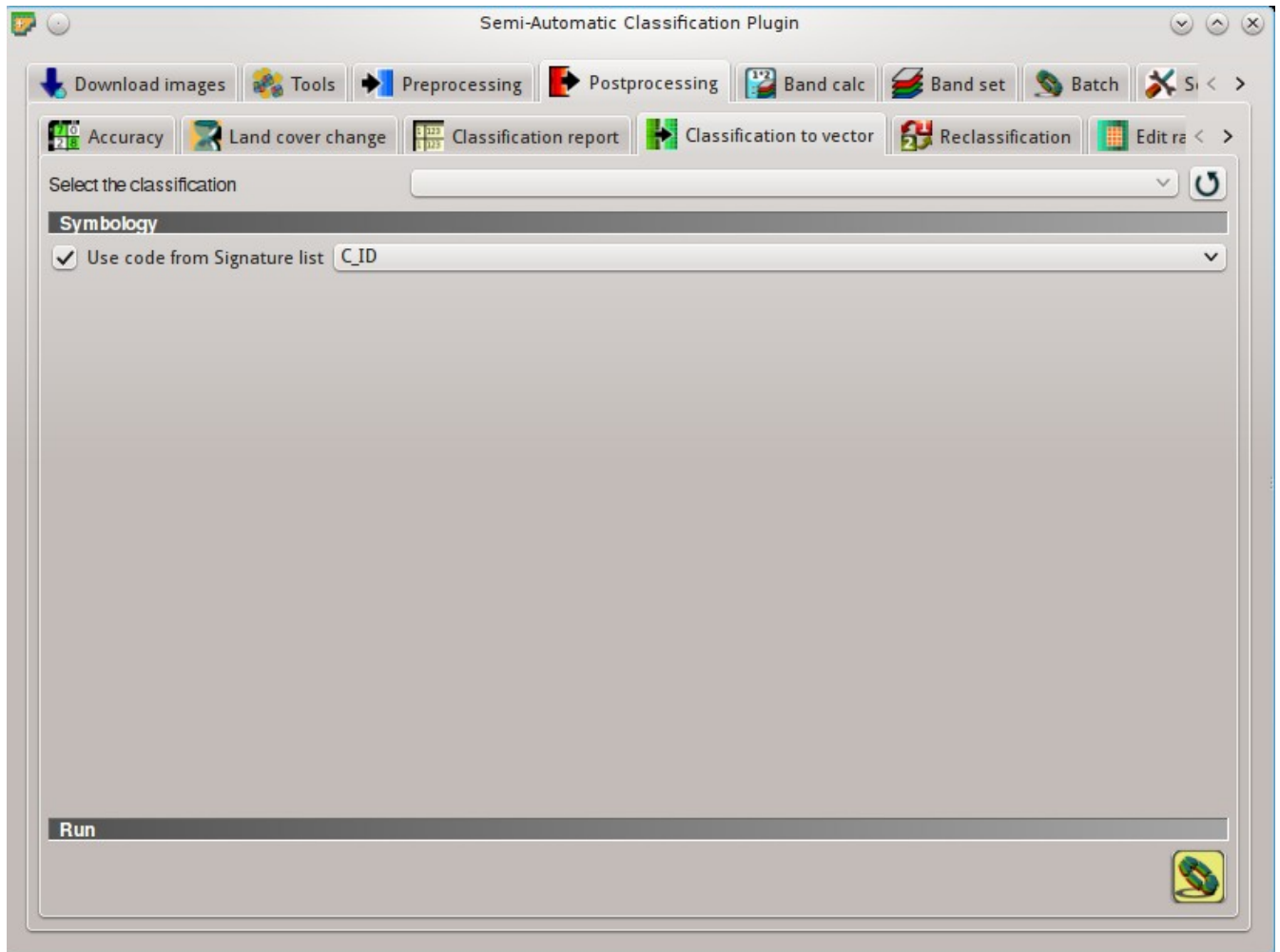



Fig. 10.29:  Класифікацію у вектор

Виконання

- : визначити каталог вихідних результатів та розпочати перетворення;

Перекласифікація

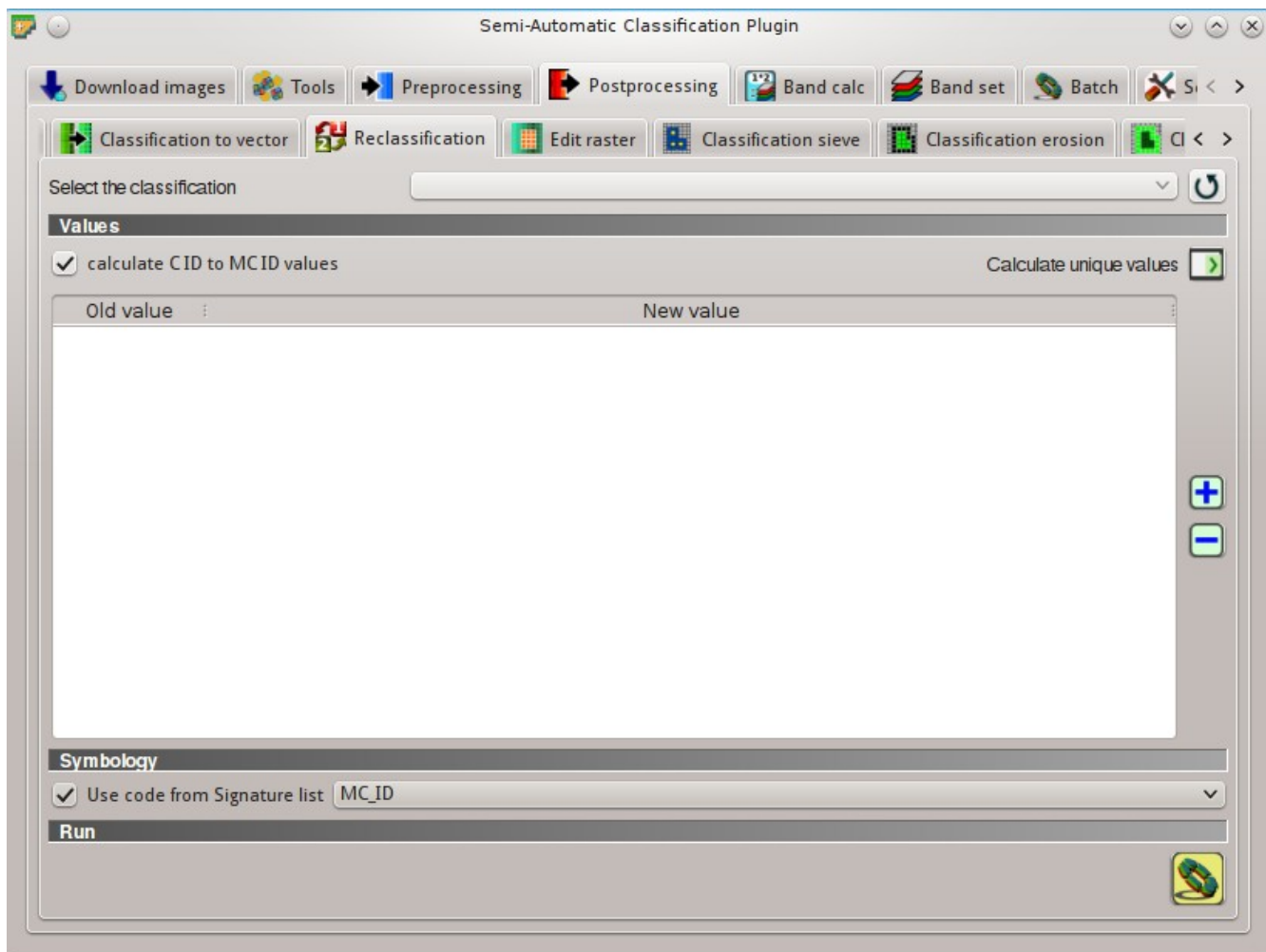










Fig. 10.30:  Перекласифікація

Ця вкладка забезпечує перекласифікацію (тобто призначення пікселям нового кода класу). Зокрема, вона спрощує перетворення значень з C ID до MC ID.



- *Вибрати класифікацію* : вибрати растр класифікації (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;

Значення


-  *перерахувати значення C ID до MC ID*: якщо опцію увімкнено, то таблиця перекласифікації заповнюється відповідно до *Перелік сигнатур ROI* (page 41), коли клацнути *Розрахувати унікальні значення* .

- : розрахувати унікальні значення в класифікації та заповнити таблицю перекласифікації;
-  **Значення:** таблиця містить наступні поля;
 - *Старе значення*: призначити вираз, який визначає старі значення, що мають бути перекласифіковані; *Старе значення* може бути індивідуальним значенням або виразом, що призначається з використанням змінної на ім'я **raster** (нетипові імена можуть бути визначені у *Ім'я змінної у виразах* (page 119)), доповненої операторами Python (тобто `raster > 3` вибере всі пікселі, що мають значення `> 3`; `raster > 5 | raster < 2` вибере всі пікселі, що мають значення `> 5` або `< 2`; `raster >= 2 & raster <= 5` вибере всі пікселі з значеннями між 2 та 5);
 - *Нове значення*: призначити нове значення для старих значень, що визначені у *Старе значення*;
- : додати рядок до таблиці;
- : видалити виділені рядки з таблиці;

Символіка

-  **Застосувати код з Переліку сигнатур** : якщо опцію увімкнено, то колір та інформація
 - MC ID: застосувати унікальні ідентифікатори макрокласів;
 - C ID: застосувати унікальні ідентифікатори класів;

Виконання



- : визначити каталог вихідних результатів та розпочати перерахунок; перекласифікований растр завантажується до QGIS;

Редагувати растр

Ця вкладка забезпечує безпосереднє редагування значень пікселів растра. Редагуються лише пікселі, що знаходяться під полігонами ROI або векторними полігонами.

Увага: вхідний растр редагується безпосередньо; з метою запобігання втрати даних рекомендується створити **резервну копію** вхідного растра перш ніж використовувати цей інструмент.

Завдяки безпосередньому редагуванню значень пікселів цей інструмент може швидко редагувати великі растри, особливо у випадку маленьких полігонів редагування. Також для спрощення редагування растрів з застосуванням декількох значень доступна *Панель редагування SCP* (page 139).

- **Вибрати вхідний растр** : вибрати растр (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;

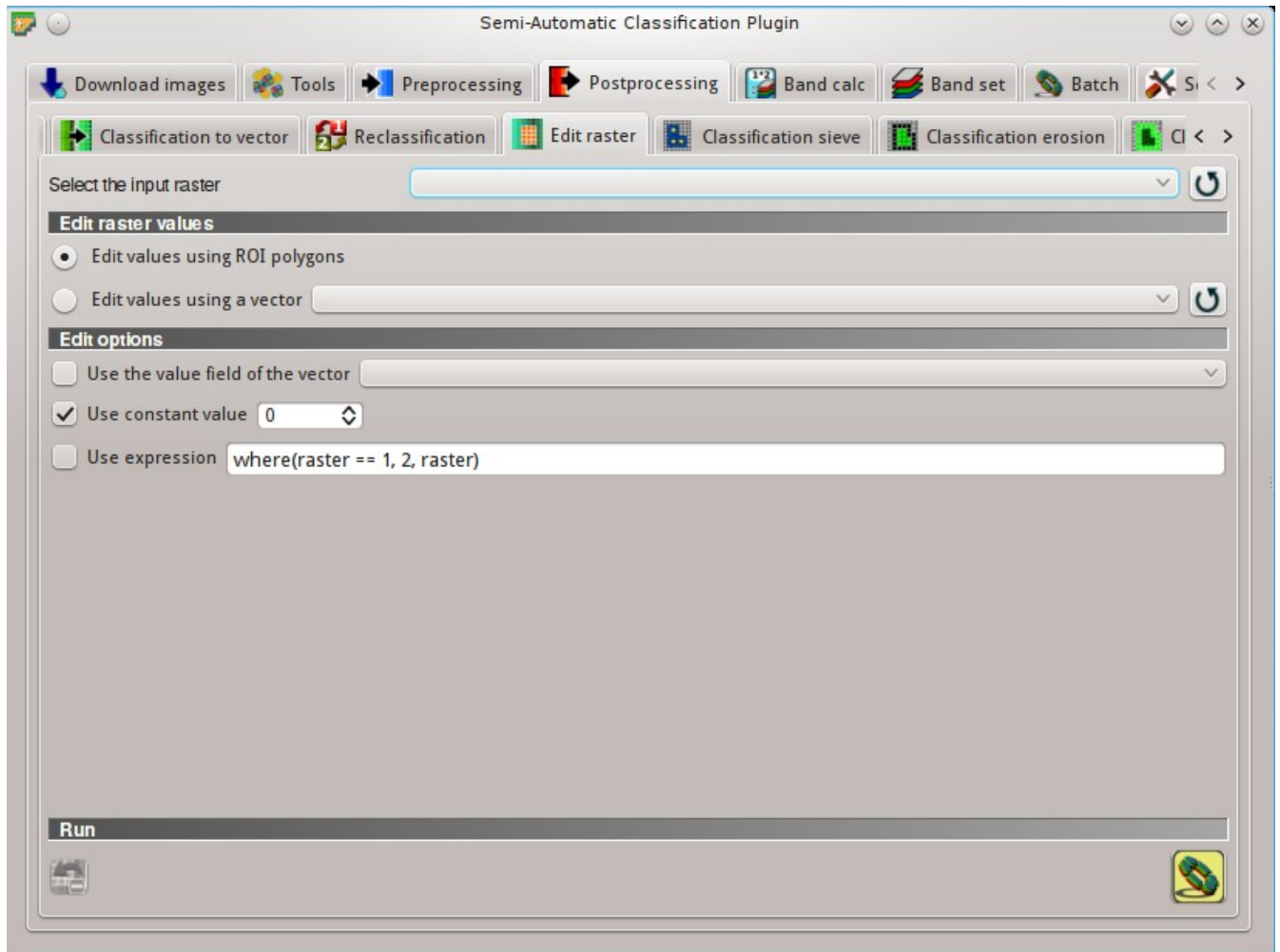









Fig. 10.31:  Редагувати растр



Редагувати значення растра

-  Редагувати значення, застосовуючи полігони ROI: якщо опцію увімкнено, то растр редагується з застосуванням тимчасових полігонів ROI на карті;
-  Редагувати значення, застосовуючи вектор : якщо опцію увімкнено, то растр редагується з застосуванням всіх полігонів вибраного вектора;
-  : оновити перелік шарів;

Параметри редагування





- ☒ Використати поле значень вектора : якщо параметр увімкнено, то растр редагується з застосуванням вибраного вектора (у Редагувати значення, застосовуючи вектор) та значень полігонів вибраного атрибутивного поля вектора;
- ☒ Використати постійне значення : якщо параметр увімкнено, то растр редагується з використанням вибраного постійного значення;
- ☒ Застосувати вираз : якщо параметр увімкнено, то растр редагується відповідно до введеного виразу; вираз повинен містити принаймні одне **where**; для прикладу вже введено наступний вираз **where(raster == 1, 2, raster)**, який призначає 2, де **raster** дорівнює 1 та залишає незмінними значення, де **raster** не дорівнює 1;

Виконання

- : відмінити останню правку растра (доступно лише у випадку використання полігонів ROI);
- : редагувати растр;

Групування класифікації

Ця вкладка забезпечує заміну значень ізольованих пікселів значеннями найбільшого сусіднього фрагмента (ґрунтується на [GDAL Sieve](#)). Дана операція зручна для усунення маленьких фрагментів з класифікації.

- Вибрати класифікацію : вибрати растр (попередньо завантажений до QGIS);
-  : оновити перелік шарів;
- Пороговий розмір : розмір фрагмента, який буде замінюватись (в пікселях); всі фрагменти, що мають розмір менший за вибрану кількість пікселів, будуть замінені значеннями найбільшого сусіднього фрагмента;
- Зв'язність пікселів : вибрати тип зв'язності пікселів:
 - 4: у вікні 3x3 діагональні пікселі вважаються незв'язними;
 - 8: у вікні 3x3 діагональні пікселі вважаються зв'язними;

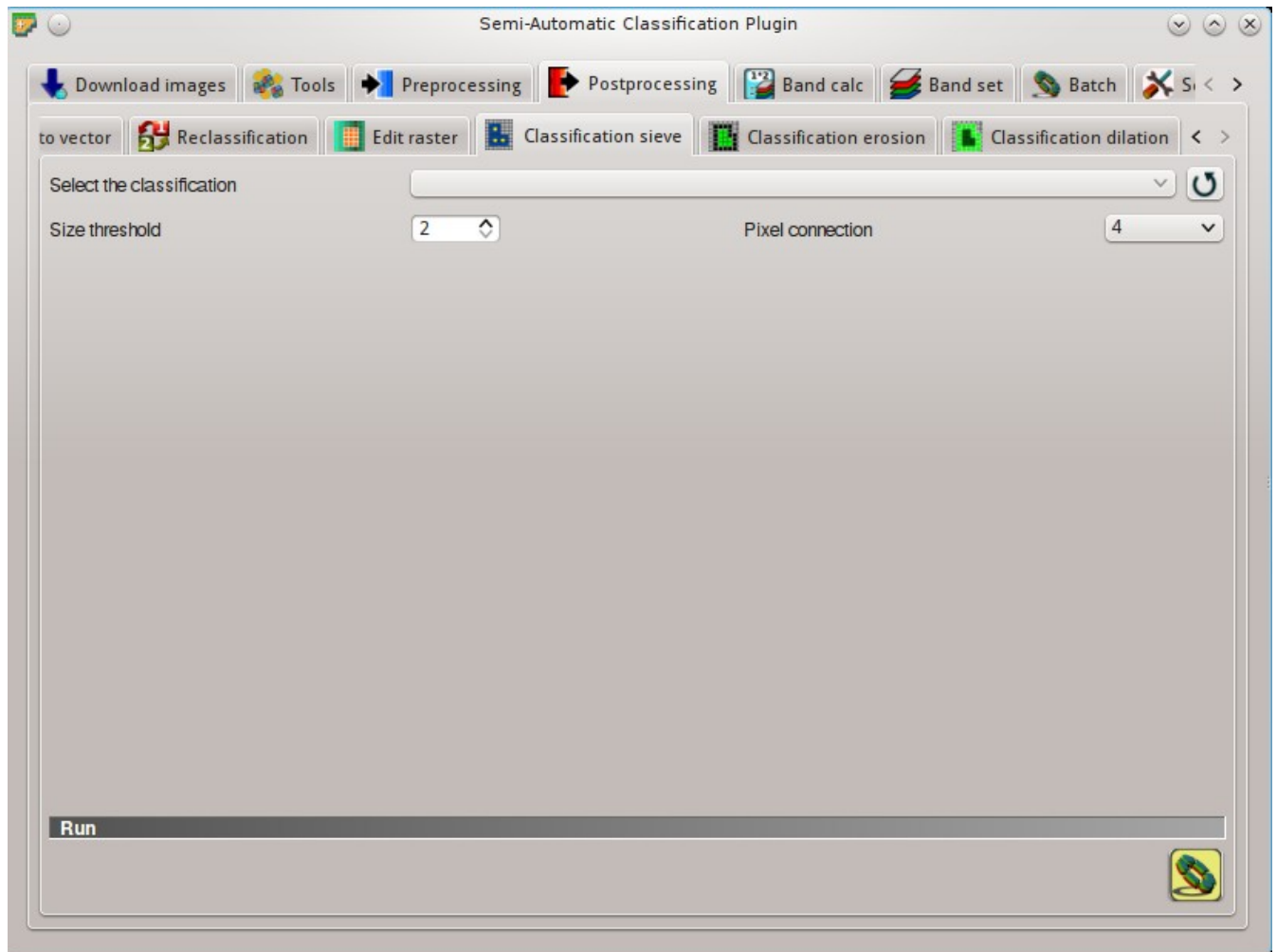



Fig. 10.32:  Групування класифікації

Виконання

- : визначити каталог вихідних результатів та розпочати розрахунок;

Розмивання класифікації

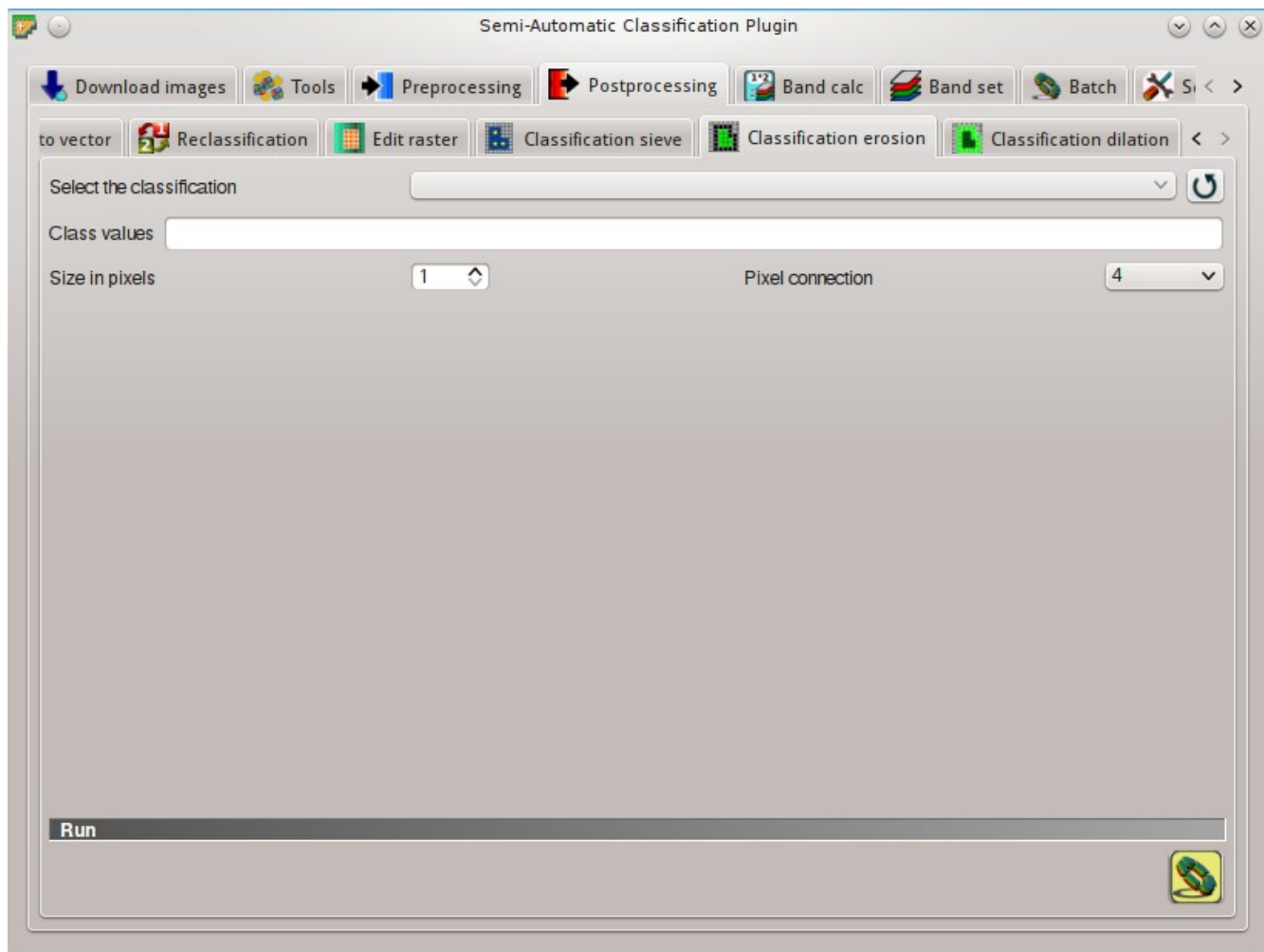








Fig. 10.33:  Розмивання класифікації

Ця вкладка забезпечує усунення меж фрагмента певного класу (розмивання) на підставі визначених значень класу розмивання та кількості пікселів межі. Дана операція зручна для покращення класифікації.

- *Вибрати класифікацію* : вибрати растр (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;
- *Значення класу* : призначити значення класу для розмивання; значення класу повинні бути розділені , та - може використовуватись для визначення діапазону значень (наприклад, 1, 3-5, 8 вибере класи 1, 3, 4, 5, 8); якщо текст червоний, то вираз містить помилки;
- *Розмір в пікселях* : кількість пікселів, які будуть розмиті від межі;
- *Зв'язність пікселів* : вибрати тип зв'язності пікселів;

- 4: у вікні 3x3 діагональні пікселі вважаються незв'язними;
- 8: у вікні 3x3 діагональні пікселі вважаються зв'язними;

Виконання

- : визначити каталог вихідних результатів та розпочати розрахунок;

Розширювання класифікації

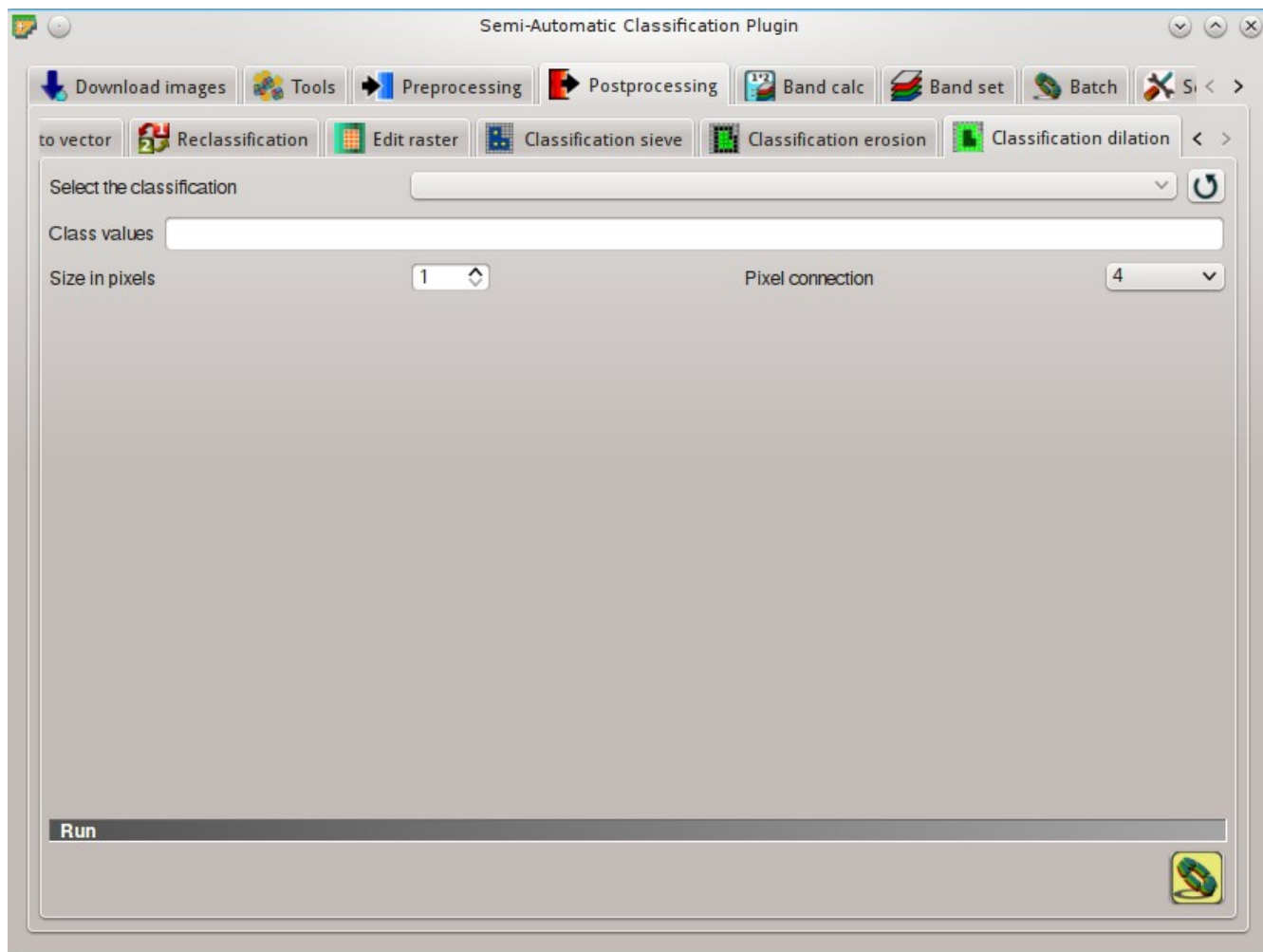








Fig. 10.34:  Розширювання класифікації

Ця вкладка забезпечує розширювання меж фрагмента певного класу на підставі визначених значень класу розширювання та кількості пікселів межі. Дана операція зручна для покращення класифікації.

- *Вибрати класифікацію* : вибрати растр (попередньо завантажений до QGIS);
- : оновити перелік шарів;
- *Значення класу* : призначити значення класу для розширювання; значення класу повинні бути розділені , та - може використовуватись для визначення діапазону значень (наприклад, 1, 3-5, 8 вибере класи 1, 3, 4, 5, 8); якщо текст червоний, то вираз містить помилки;

- *Розмір в пікселях* : кількість пікселів, які будуть розширені від межі;
- *Зв'язність пікселів* : вибрати тип зв'язності пікселів:
 - 4: у вікні 3x3 діагональні пікселі вважаються незв'язними;
 - 8: у вікні 3x3 діагональні пікселі вважаються зв'язними;

Виконання

- : визначити каталог вихідних результатів та розпочати розрахунок;

Калькулятор каналів

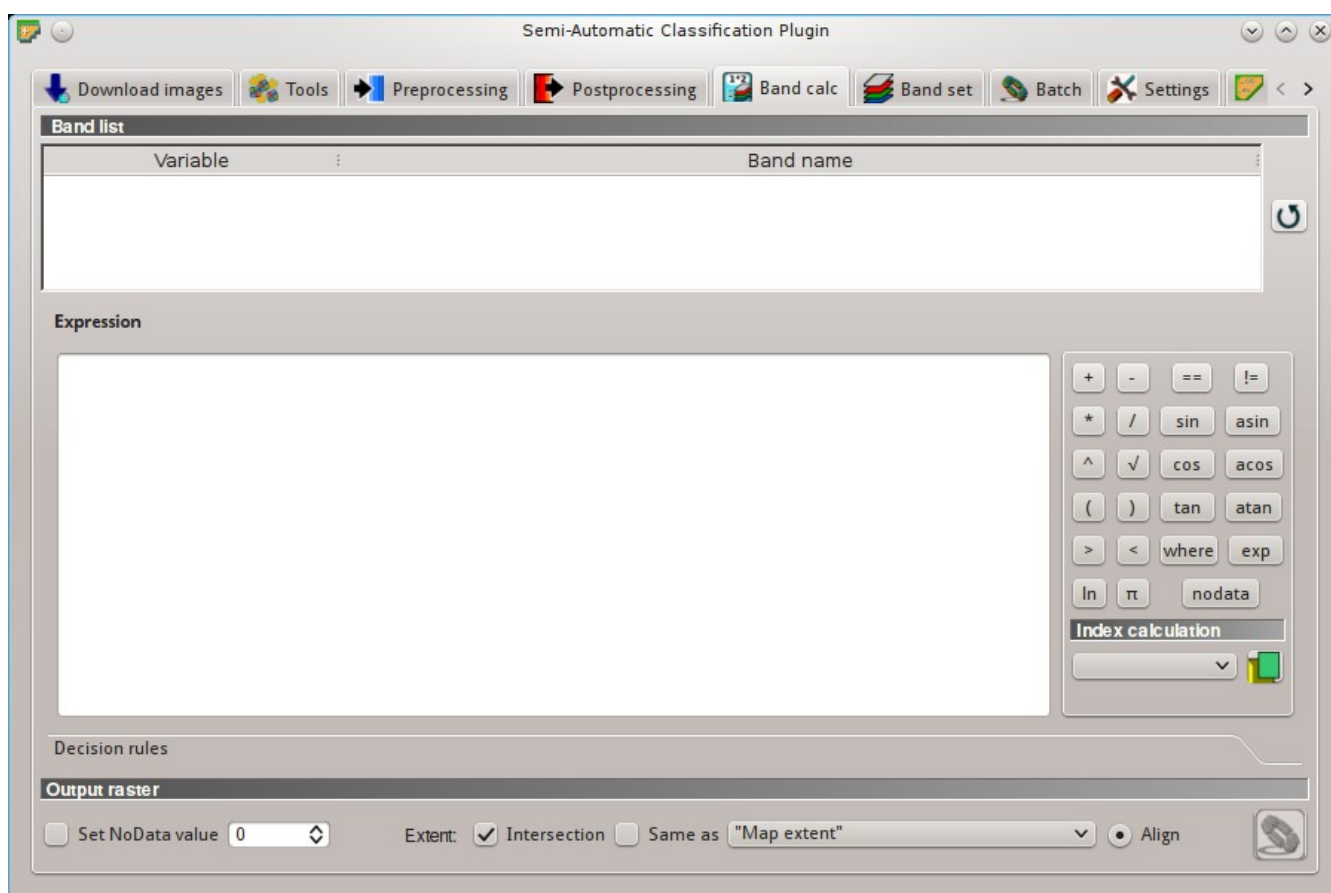


Fig. 10.35:  Калькулятор каналів

Калькулятор каналів забезпечує **растрові розрахунки для каналів** (тобто розрахунок значень пікселів) з використанням **функцій NumPy**. Растрові канали повинні бути попередньо завантажені до QGIS. Вхідні растри повинні бути в одній проекції.

Крім того, є можливість розраховувати растр з застосуванням **правил прийняття рішень**.

Перелік каналів



- **Перелік каналів:** вкладка містить перелік одноканальних растрів (попередньо завантажених)

- *Змінна:* ім'я змінної, що автоматично визначається для кожного каналу (наприклад, raster1, raster2);
- *Ім'я каналу:* ім'я каналу (тобто ім'я шару в QGIS);



- : оновити перелік зображень;

Вираз

Ввести математичний вираз для растрових каналів. Зокрема, можуть бути використані функції NumPy з префіксом *np.* (наприклад, `np.log10(raster1)`). Для переліку функцій NumPy дивіться сторінку [NumPy](#).

Вираз може використовувати як *Змінна*, так і *Ім'я каналу* (у подвійних лапках). Також, на канали у [Набір каналів](#) (page 111) можна посилатись безпосередньо; наприклад, `bandset#b1` посилається на канал 1 з [Набір каналів](#). Двічі клацніть на будь-якому елементі з [Перелік каналів](#) (page 108), щоб додати його до виразу. Крім того, доступні наступні змінні пов'язані з [Набір каналів](#) (page 111):

- `"#BLUE#"`: канал з центральною довжиною хвилі максимально близькою до 0.475 μm ;
- `"#RED#"`: канал з центральною довжиною хвилі максимально близькою до 0.65 μm ;
- `"#NIR#"`: канал з центральною довжиною хвилі максимально близькою до 0.85 μm ;

Доступні наступні змінні для імені вихідного результату:

- `#BANDSET#`: ім'я першого каналу у [Набір каналів](#) (page 111);
- `#DATE#`: поточні дата і час (наприклад, 20161110_113846527764);

Якщо текст у *Вираз* зелений, то синтаксис коректний; якщо текст червоний, то синтаксис некоректний і виконати розрахунок неможливо.

Можливо вводити декілька виразів, розділяючи їх новими рядками, подібно до наведеного нижче прикладу:

```
"raster1"+ "raster2"
"raster3 "raster4"
```

Наведений вище вираз в директорії для запису результатів розраховує два нові растри з індексом `_1` (тобто `calc_raster_1`) для першого виразу та `_2` (тобто `calc_raster_2`) для другого виразу. Також є можливість призначити імена вихідних результатів, використовуючи символ `@`, доповнений іменем, подібно до наведеного нижче прикладу:

```
"raster1"+ "raster2"@ calc_1
"raster3 "raster4"@ calc_2
```


Доступні наступні кнопки:


- `+`: плюс;
- `-`: мінус;
- `*`: добуток;
- `/`: відношення;
- `^`: степінь;
- `V`: квадратний корінь;

- (: відкриваюча дужка;
-) : закриваюча дужка;
- > : більше;
- < : менше;
- \ln : натуральний логарифм;
- π : число пі;
- == : дорівнює;
- != : не дорівнює;
- \sin : синус;
- \sin : арксинус;
- \cos : косинус;
- \cos : арккосинус;
- \tan : тангенс;
- \tan : арктангенс;
- *where* : умовний вираз відповідно до синтаксису *where*(умова , значення якщо твердження правдиве, значення якщо твердження неправдиве) (наприклад *where*("raster1== 1, 2, "raster1"));
- *exp* : натуральна експонента;
- *nodata* : значення NoData растра (наприклад, *nodata*("raster1")); може бути використане в якості значення у виразі (наприклад, *where*("raster1== *nodata*("raster1"), 0, "raster1"));

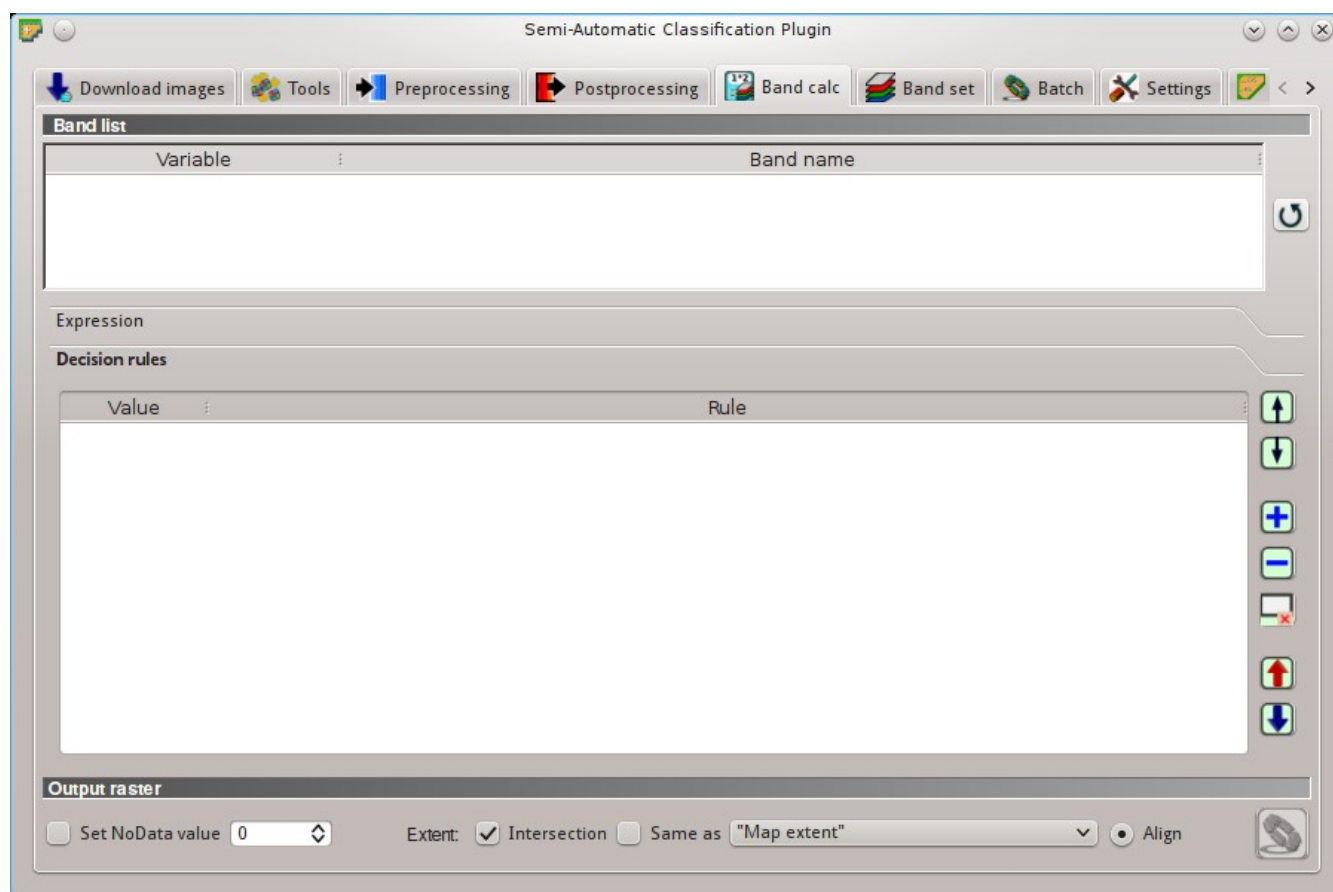
Розрахунок індексів

Розрахунок індексу забезпечує введення виразу спектрального індексу (див. *Спектральні індекси* (page 153)).

- **Розрахунок індексів** : перелік спектральних індексів:
 - *NDVI*: якщо вибрано, то формула розрахунку NDVI вводиться у *Вираз* ((("#NIR#- "#RED#") / ("#NIR#" + "#RED#") @ NDVI));
 - *EVI*: якщо вибрано, то формула розрахунку EVI вводиться у *Вираз* (2.5 * ("#NIR# "#RED#") / ("#NIR#" + 6 * "#RED#" - 7.5 * "#BLUE#" + 1) @ EVI);

- : open a text file (.txt) containing custom expressions to be listed in *Index calculation*; the text file must contain an expression for each line; each line must be in the form **expression_name**; **expression** (separated by ;) where the **expression_name** is the expression name that is displayed in the *Index calculation*; if you open an empty text file, the default values are restored; following an example of text content:


```
NDVI; ( "#NIR#" - "#RED#" ) / ( "#NIR#" + "#RED#" ) @NDVI
EVI; 2.5 * ( "#NIR#" - "#RED#" ) / ( "#NIR#" + 6 * "#RED#" - 7.5 * "#BLUE#" + 1 ) @EVI
SR; ( "#NIR#" / "#RED#" ) @SR
```










Правила прийняття рішень

Правила прийняття рішень дозволяють розраховувати результуючі растри з застосуванням правил. Правила це умовні вирази, що ґрунтуються на інших растрах; якщо *Правило* виконується, то відповідне *Значення* призначається результуючому вихідному пікселю.

Правила перевіряються від першого до останнього рядка таблиці; якщо перше *Правило* не виконується, то для цього пікселя перевіряється наступне *Правило*, і так далі до останнього. Якщо для певного пікселя виконується декілька правил, то йому призначається значення за першим *Правилом*. Значення NoData призначаються тим пікселям, де жодне *Правило* не виконується.









-  **Правила прийняття рішень:** таблиця містить наступні поля;
 - *Значення*: значення, що призначається пікселям, якщо *Правило* виконується;
 - *Правило*: правило для перевірки (наприклад, "raster1" > 0); можна вводити декілька умовних виразів, розділених ; (тобто "raster1" > 0; "raster2" < 1, що означає призначити *Значення* якщо raster1 > 0 та raster2 < 1);

- : перемістити виділене правило вгору;
- : перемістити виділене правило вниз;
- : додати новий рядок до таблиці;
- : видалити виділені рядки з таблиці;
- : очистити таблицю;

- : експортувати правила до текстового файлу, який може бути імпортований пізніше;
- : імпортувати правила з текстового файлу;

Вихідний растр

Вихідний растр це файл .tif з тією самою просторовою роздільною здатністю та проекцією, що і входові растри; якщо входові растри мають різну просторову роздільну здатність, то для вихідного растра застосовується найвища роздільна здатність (тобто мінімальний розмір пікселя).

-  *Використовувати значення NoData* : якщо параметр увімкнено, то призначити значення пікселів NoData у вихідному растрі;
- **Охоплення:** якщо наведені нижче параметри вимкнені, то охоплення вихідного растра включає:
 -  *Перетин:* якщо параметр увімкнено, то охоплення вихідного растра дорівнює перетину охоплень входових растрів (т.зв. мінімальне охоплення);
 -  *Таке саме як* : якщо параметр увімкнено, то охоплення вихідного растра дорівнює охопленню “Охоплення карти” (охоплення карти, що відображається в цей час) або обраного шару;
-  *Вирівняти:* якщо параметр увімкнено та  *Відповідно до* увімкнено з вибором растра, то розрахунок здійснюється з застосуванням того самого охоплення та вирівнювання пікселів, що і у вибраного растра;
- : якщо **Вираз** активний і текст зелений, вибрати місце запису результатів та розпочати розрахунки відповідно до **Вираз**; якщо **Правила прийняття рішень** активний і текст зелений, та розпочати розрахунки відповідно до **Правила прийняття рішень**;

Набір каналів




This tab allows for the definition of a set of single band rasters (*Band set*) used as *Input image*. The **Center wavelength** of bands should be defined in order to use several functions of *SCP*.

Якщо *Набір каналів* одноканальних растрів визначено, то елемент << **набір каналів** >> буде відображатись у *Робоча панель* (page 33) як *Входове зображення*.

Визначений *Набір каналів* зберігається з проектом QGIS.

Перелік каналів

Перелік одноканальних растрів, завантажених до QGIS.

- : відкрити один або декілька растрових файлів (одноканальних), які додано до *Набір каналів* та завантажено до QGIS;
- : оновити перелік растрових каналів, завантажених до QGIS;
- : вибрати всі растрові канали;

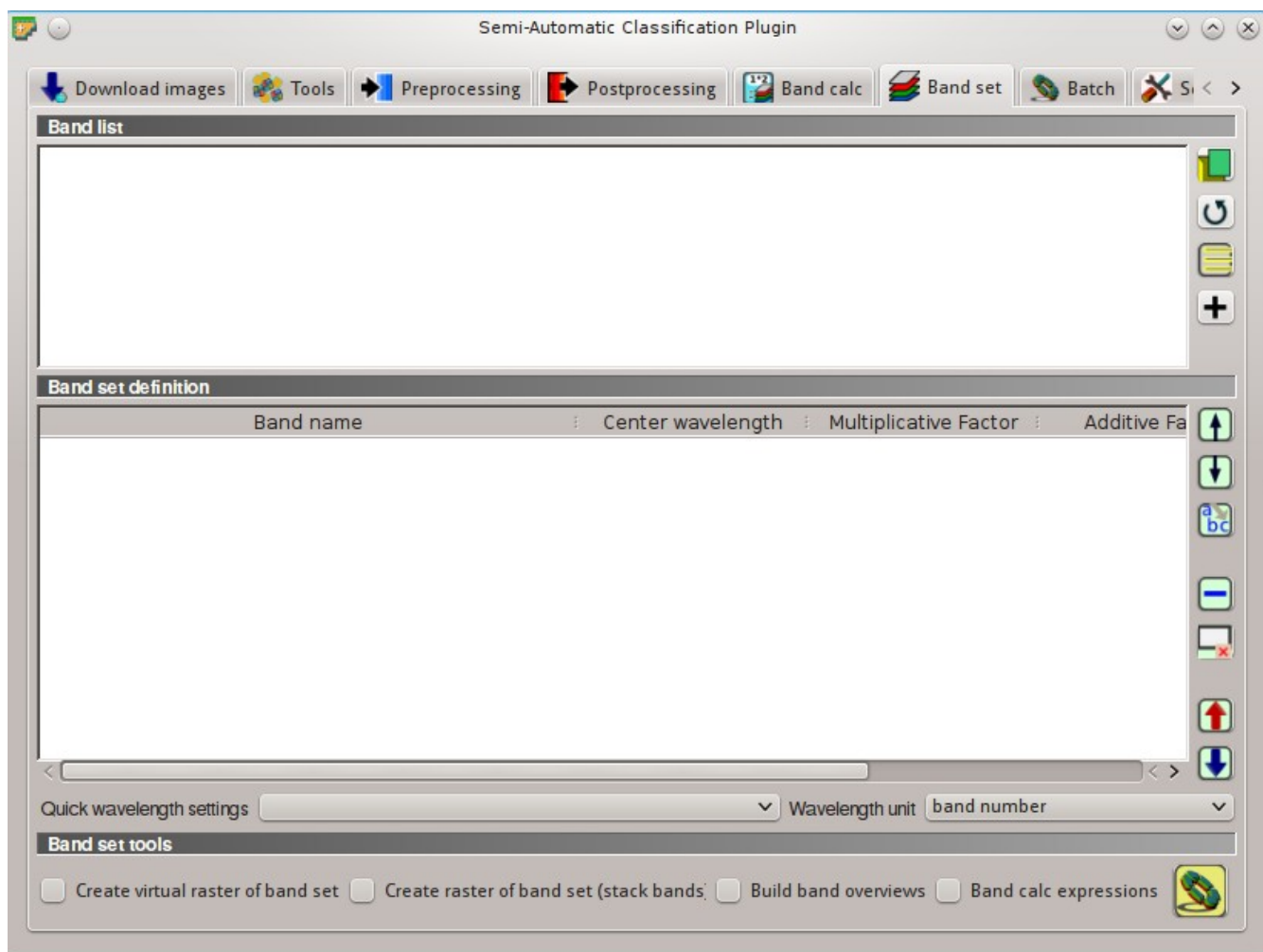



Fig. 10.36:  Набір каналів

-  : додати вибрані растри до *Набір каналів*.

Визначення набору каналів

Визначення каналів, що складають *Входове зображення* .

Якщо *Центральна довжина хвилі* каналів не визначена, то застосовується номер каналу і деякі інструменти *SCP* будуть неактивними. Для кожного каналу є можливість визначити множильний коефіцієнт перемасштабовування та адитивний коефіцієнт перемасштабовування (наприклад, на основі значень метаданих Landsat), які застосовуються на льоту (тобто $\text{значення пікселя} = \text{початкове значення пікселя} * \text{множильний коефіцієнт перемасштабовування} + \text{адитивний коефіцієнт перемасштабовування}$) під час обробки.

-  **Визначення набору каналів:** таблиця містить наступні поля;
 - *Назва каналу*  : назва каналу; назва каналу не редагується;
 - *Центральна довжина хвилі*  : центральна довжина хвилі каналу;
 - *Множильний коефіцієнт*  : множильний коефіцієнт перемасштабовування;
 - *Адитивний коефіцієнт*  : адитивний коефіцієнт перемасштабовування;
-  : перемістити виділені канали вгору;
-  : перемістити виділені канали вниз;
-  : автоматично впорядкувати канали за назвою з урахуванням чисельних закінчень;
-  : видалити виділені канали з *Набір каналів*;
-  : видалити всі канали з *Набір каналів*;
-  : експортувати *Набір каналів* до файлу;
-  : імпортувати попередньо збережений *Набір каналів* з файлу;
- **Швидкі налаштування довжини хвилі**   : швидке визначення центральної довжини хв
 - ASTER;
 - GeoEye-1;
 - Landsat 8 OLI;
 - Landsat 7 ETM+;
 - Landsat 5 TM;
 - Landsat 4 TM;
 - Landsat 1, 2, та 3 MSS;
 - MODIS;






- Pleiades;
- QuickBird;
- RapidEye;
- Sentinel-2;
- SPOT 4;
- SPOT 5;
- SPOT 6;
- WorldView-2 та WorldView-3;

- *Одиниці довжини хвилі*   : вибрати одиниці вимірювання довжини хвилі з:

- *Номер каналу*: безрозмірний, лише номер каналу;
- *μm*: мікрометри;
- *nm*: нанометри;

Інструменти набору каналів

Є можливість виконувати деякі операції безпосередньо для *Набір каналів*.

-  *Створити віртуальний растр набору каналів*: якщо параметр увімкнено, то створити віртуальний растр каналів;
-  *Створити растр набору каналів (стек каналів)*: якщо параметр увімкнено, то створити стек всіх каналів у вигляді єдиного файлу .tif;
-  *Створити огляди каналів*: якщо параметр увімкнено, то створити огляди растрів (т.зв. піраміди) для покращення швидкості відображення; файли оглядів створюються в тій самій директорії, що і канали;
-  *Вираз калькулятора каналів*: якщо параметр увімкнено, то розрахувати *Вираз* (page 108) введений у *Калькулятор каналів* (page 107); рекомендовано застосовувати у виразі змінні *Набір каналів* (наприклад, `bandset#b1`);
-  : визначити каталог вихідних результатів та розпочати процес;

Пакетне опрацювання

Ця вкладка забезпечує автоматизоване виконання (пакетне опрацювання) декількох функцій *SCP* з застосуванням скриптового інтерфейсу.

Пакетне опрацювання

Введіть вираз пакетного опрацювання; кожна функція повинна починатись з нового рядка. Функції мають таку структуру:

ім'я функції; параметри функції

Кожна функція має параметри, що визначаються за ім'ям, з такою структурою:

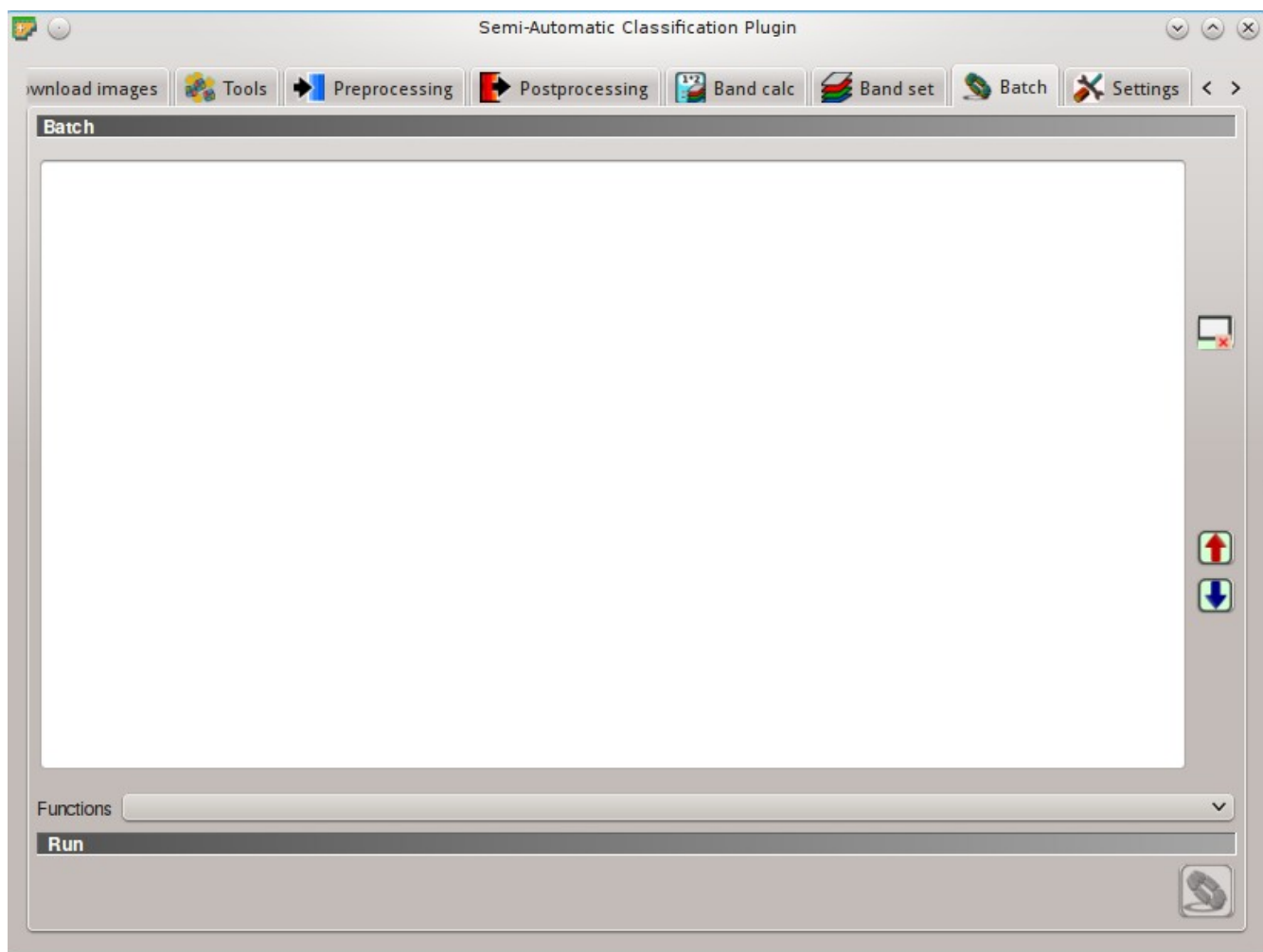





Fig. 10.37:  *Пакетне опрацювання*

ім'я параметра: аргумент параметра

Параметри мають бути розділені символом `;`. Параметр кожної функції представляє відповідний параметр інтерфейсу *SCP*; текстові аргументи параметрів повинні бути оточені символом `'`; у випадку перемикачів значення 1 представляє увімкнено, а 0 вимкнено. Новий рядок, що починається з `#`, може бути використаний для коментування.

Залежно від функції, деякі параметри у виразі є обов'язковими, а деякі можна пропустити. Імена параметрів, що містять `path` потребують повного шляха до файлу. Деякі параметри потребують декількох аргументів у вигляді переліку; переліки повинні бути розділені `,`.

Якщо вираз містить помилки, то текст червоний.

- : очистити вираз;
- : експортувати вираз пакетного опрацювання до файлу;
- : імпортувати попередньо збережений вираз пакетного опрацювання з файлу;

Функції: доступні такі з функції з відповідними параметрами;

- *Точність* (page 92): розрахувати точність (`accuracy;classification_file_path : '';`
`reference_file_path : '';``shapefile_field_name : '';``output_raster_path : '';`);
- *ASTER* (page 81): перерахування ASTER (`aster_conversion;input_raster_path`
`: '';``celsius_temperature : 0;``apply_dos1 : 0;``use_nodata : 1;``nodata_value :`
`0;``create_bandset : 1;``output_dir : '';`);
- *Калькулятор каналів* (page 107): розрахунки за каналами (`band_calc;expression : '';`
`output_raster_path : '';``extent_same_as_raster_name : '';``extent_intersection :`
`1;``set_nodata : 0;``nodata_value : 0;`);
- *Результат класифікації* (page 46): виконати класифікацію (`classification;`
`use_macroclass : 0;``algorithm_name : 'Minimum Distance';``use_lcs : 0;`
`use_lcs_algorithm : 0;``use_lcs_only_overlap : 0;``apply_mask : 0;``mask_file_path`
`: '';``vector_output : 0;``classification_report : 0;``save_algorithm_files : 0;`
`output_classification_path : '';`);
- *Розширювання класифікації* (page 106): розширювання класифікації
(`classification_dilation;input_raster_path : '';``class_values : '';`
`size_in_pixels : 1;``pixel_connection : 4;``output_raster_path : '';`);
- *Розмивання класифікації* (page 105): розмивання класифікації
(`classification_erosion;input_raster_path : '';``class_values : '';`
`size_in_pixels : 1;``pixel_connection : 4;``output_raster_path : '';`);
- *Звіт за результатами класифікації* (page 95): звіт за результатами класифікації
(`classification_report;input_raster_path : '';``use_nodata : 0;``nodata_value :`
`0;``output_report_path : '';`);
- *Групування класифікації* (page 103): групування класифікації (`classification_sieve;`
`input_raster_path : '';``size_threshold : 2;``pixel_connection : 4;`
`output_raster_path : '';`);
- *Класифікацію у вектор* (page 98): перетворення класифікації у вектор
(`classification_to_vector;input_raster_path : '';``use_signature_list_code :`
`1;``code_field : 'C_ID';``output_vector_path : '';`);
- *Пакетне відтинання растрів* (page 85): пакетне відтинання растрів
(`clip_multiple_rasters;input_raster_path : '';``output_dir : '';``use_shapefile :`
`0;``shapefile_path : '';``ul_x : '';``ul_y : '';``lr_x : '';``lr_y : '';``nodata_value :`
`0;``output_name_prefix : 'clip';`);

- *Перехресна класифікація* (page 98): перехресна класифікація (`cross_classification`; `classification_file_path` : ''; `use_nodata` : 0; `nodata_value` : 0; `reference_file_path` : ''; `shapefile_field_name` : ''; `output_raster_path` : '');
- *Редагувати растр* (page 101): редагувати значення растра з використанням шейп-файлу; (`edit_raster_using_shapefile`; `input_raster_path` : ''; `input_vector_path` : ''; `vector_field_name` : ''; `constant_value` : 0; `expression` : 'where(raster == 1, 2, raster)');
- *Зміни земельного покриття* (page 94): розрахувати зміни земельного покриття (`land_cover_change`; `reference_raster_path` : ''; `new_raster_path` : ''; `output_raster_path` : '');
- *Landsat* (page 77): перерахування Landsat (`landsat_conversion`; `input_dir` : ''; `mtl_file_path` : ''; `celsius_temperature` : 0; `apply_dos1` : 0; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : 0; `pansharpening` : 0; `create_bandset` : 1; `output_dir` : '');
- *MODIS* (page 83): перерахування MODIS (`modis_conversion`; `input_raster_path` : ''; `reproject_wgs84` : 1; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : -999; `create_bandset` : 1; `output_dir` : '');
- *PCA* (page 89): аналіз головних компонент (`pca`; `use_number_of_components` : 0; `number_of_components` : 2; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : 0; `output_dir` : '');
- *Перекласифікація* (page 100): перекласифікація растра (`reclassification`; `input_raster_path` : ''; `value_list` : 'oldVal-newVal;oldVal-newVal'; `use_signature_list_code` : 1; `code_field` : 'MC_ID'; `output_raster_path` : '');
- *Sentinel-2* (page 80): перерахування Sentinel-2 (`sentinel_conversion`; `input_dir` : ''; `mtl_safl1c_file_path` : ''; `apply_dos1` : 0; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : 0; `create_bandset` : 1; `output_dir` : '');
- *Роз'єднати канали растра* (page 87): роз'єднати растр на окремі канали (`split_raster_bands`; `input_raster_path` : ''; `output_dir` : ''; `output_name_prefix` : 'split');
- *Скласти стосом канали растра* (page 89): скласти стосом растри у єдиний файл (`stack_raster_bands`; `input_raster_path` : ''; `output_raster_path` : '');
- *Вектор в растр* (page 91): перетворити вектор у растр (`vector_to_raster`; `vector_file_path` : ''; `use_value_field` : 1; `vector_field_name` : ''; `constant_value` : 1; `reference_raster_path` : ''; `type_of_conversion` : 'Center of pixels'; `output_raster_path` : '');

Також доступні такі функції:


- *Додати растр до QGIS*: додати растр до QGIS (`add_raster`; `input_raster_path` : ''; `input_raster_name` : '');
- *Створити Набір каналів*: створити *Набір каналів* (`create_bandset`; `raster_path_list` : ''; `center_wavelength` : ''; `wavelength_unit` : 1; `multiplicative_factor` : ''; `additive_factor` : '');
- *Відкрити навчальні вхідні дані*: відкрити навчальний вхідний файл (`open_training_input`; `training_file_path` : '');
- *Призначити робочий каталог*: призначити робочий каталог (аргументом є шлях до каталогу) (!`working_dir`!; '');

Якщо робочий каталог визначено, то !`working_dir`! може бути введений в інших функціях, що потребують шлях до робочого каталогу (наприклад, `add_raster`; `input_raster_path` : '!`working_dir`!/raster1.tif'; `input_raster_name` : 'raster1.tif'); Нижче наведено приклад виводу пакетного опрацювання:


```
!working_dir!; '/home/user/Desktop/temp/'
add_raster;input_raster_path : '!working_dir!/raster1.tif';input_raster_name : 'raster1.tif'
```

```
band_calc;expression : 'where("raster1.tif" > 1, 1,0)';output_raster_path : '!working_dir!/
↳calc1.tif';set_nodata : 1;nodata_value : 0
band_calc;expression : '"raster1.tif" * "calc1.tif"';output_raster_path : '!working_dir!/calc2.
↳tif';extent_intersection : 0
```

Виконання

- : якщо текст виразу зелений, то розпочати пакетне опрацювання;

Налаштування

Вкладка  *Налаштування* забезпечує пристосування *SCP* до вимог користувача.

Інтерфейс

Пристосування інтерфейсу до вимог користувача.

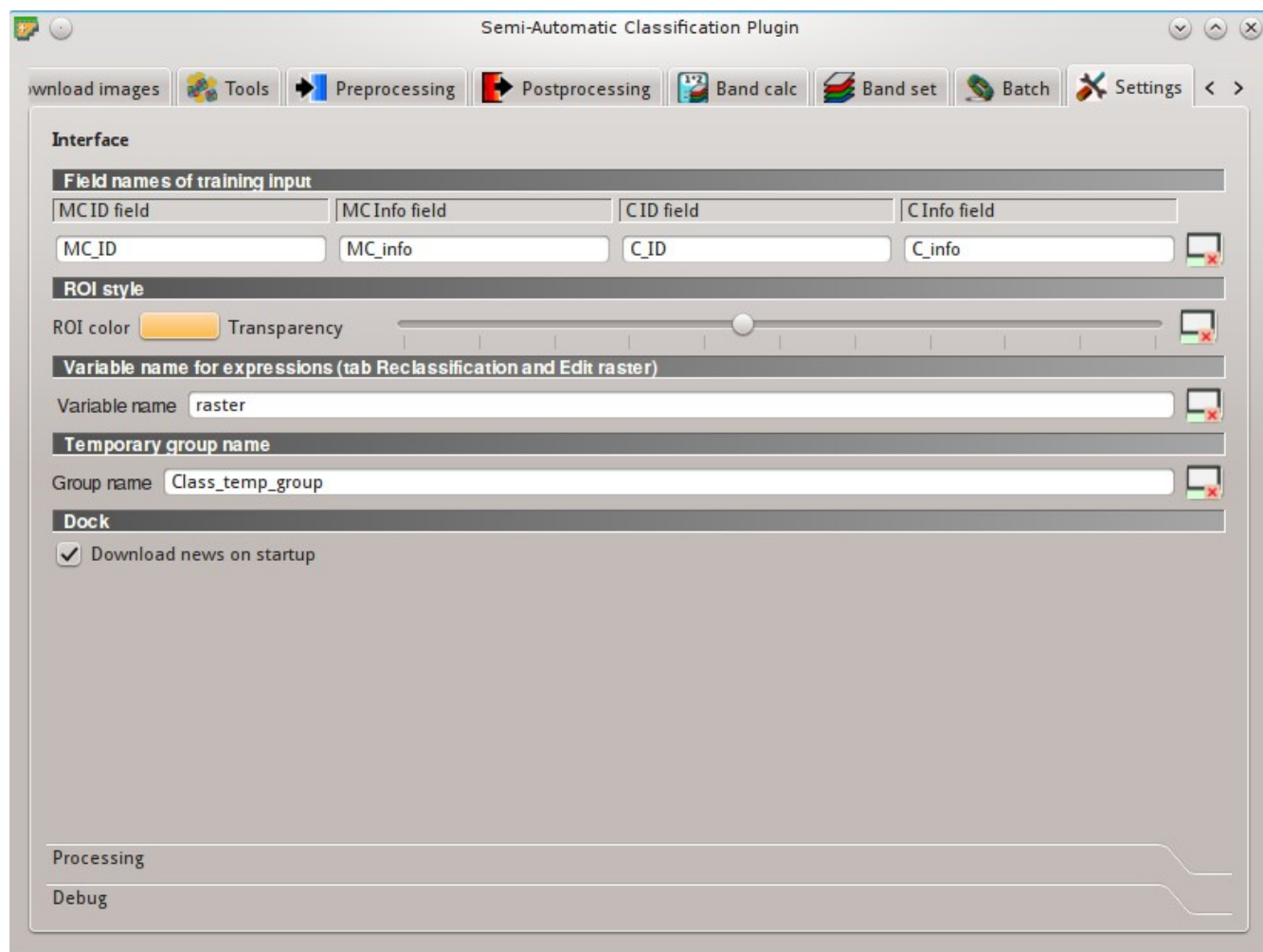











Fig. 10.38: *Інтерфейс*





Імена полів входових навчальних даних

Призначити імена полів *Входові навчальні дані* (page 40) . Змінювати імена полів не рекомендовано.

- *Поле MC ID*   : ім'я поля унікального ідентифікатора макрокласу (стандартно MC_ID);
- *Поле MC Info*   : ім'я поля характеристики макрокласу (стандартно MC_info);
- *Поле C ID*   : ім'я поля унікального ідентифікатора класу (стандартно C_ID);
- *C Info field*   : ім'я поля характеристики класу (стандартно C_info);
-  : повернутись до стандартних імен полів;




Стиль ROI

Змінити колір та прозорість ROI для кращого відображення тимчасових ROI на карті.

- *ROI color*  : button for changing ROI color;
- *Прозорість*   : змінити прозорість ROI;
-  : повернутись до стандартних кольору та прозорості ROI;




Ім'я змінної у виразах

Призначити ім'я змінної, що використовується у виразах *Перекласифікація* (page 100) та *Редагувати растр* (page 101) .


- *Ім'я змінної*   : призначити ім'я змінної (стандартно raster);
-  : повернутись до стандартного імені змінної;

Ім'я тимчасової групи

Призначити ім'я тимчасової групи, що використовується для тимчасових шарів, в панелі шарів QGIS.

- *Ім'я групи*   : призначити ім'я групи (стандартно Class_temp_group);
-  : повернутись до стандартного імені групи;

Панель

-  *Завантажувати новини під час запуску*: якщо параметр увімкнено, то новини про SCP та пов'язані сервіси завантажуються під час запуску та відображаються у *Панель*;

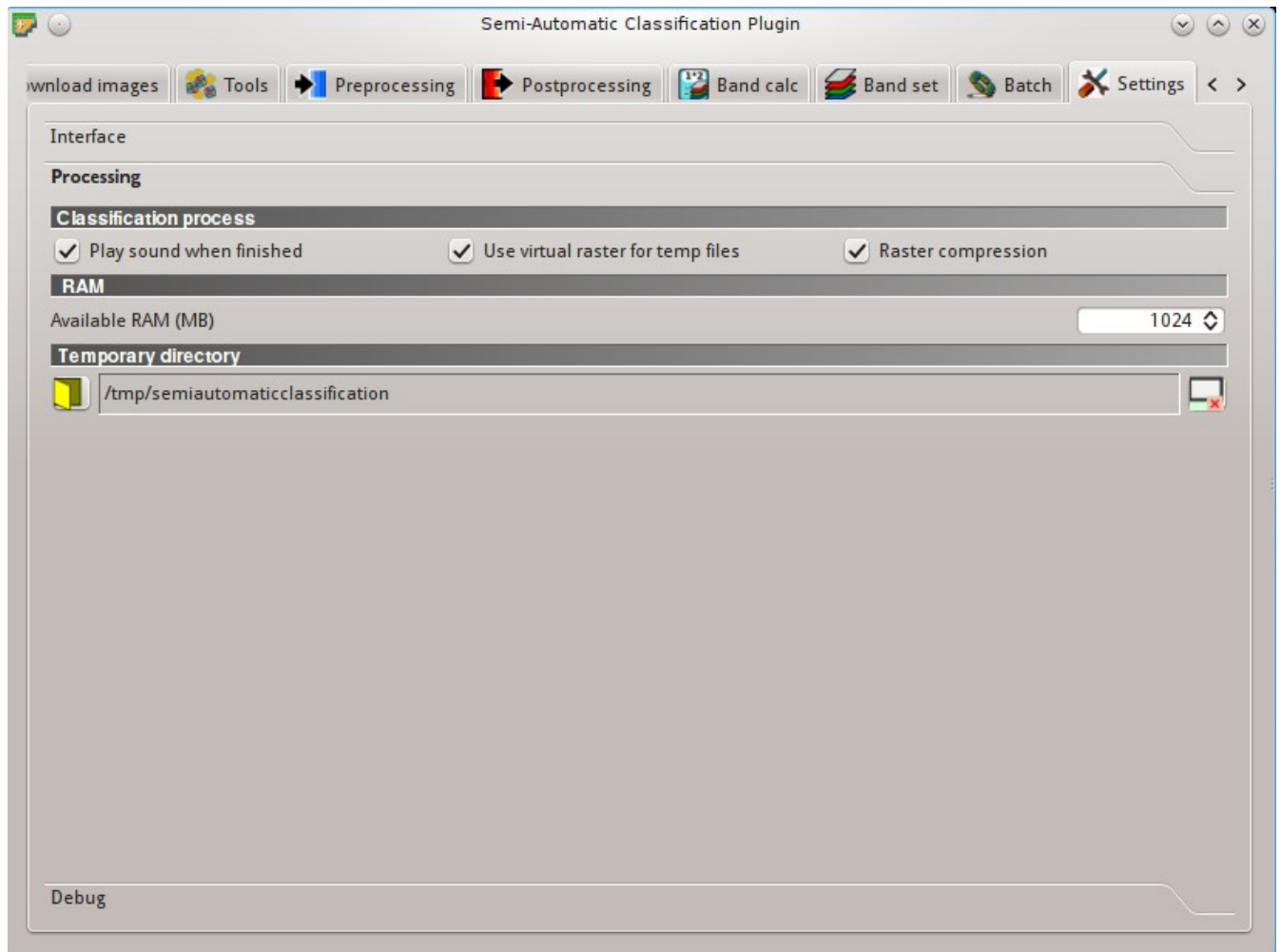










Fig. 10.39: Оброблення

Оброблення





Процес класифікації

-  *Давати звуковий сигнал по закінченні*  : якщо параметр увімкнено, то грати звуковий сигнал по закінченні процесу класифікації;
-  *Використовувати віртуальні растри для тимчасових файлів*  : якщо параметр увімкнено, то замість справжніх растрів створювати віртуальні для деяких тимчасових файлів; це корисно для зменшення дискового простору, що використовується, під час розрахунків;
-  *Стискання растра*  : якщо параметр увімкнено, то до вихідних растрів застосовується безтратне стискання (DEFLATE або PACKBITS) з метою збереження дискового простору; рекомендовано увімкнути цей параметр, однак подекуди стиснуті растри більші за файли без стиснення;

RAM

- Доступна RAM (MB)*   : призначити доступну RAM (в MB), яка використовується в процесах з метою підвищення швидкодії SCP; це значення повинне становити половину від системної RAM (наприклад 1024MB якщо система має 2GB RAM); у разі помилок, встановіть значення менше за 512MB;

Тимчасовий каталог






-   : вибрати новий тимчасовий каталог, де зберігаються тимчасові файли під час оброблення; відображається шлях до поточного тимчасового каталогу; стандартно це системний тимчасовий каталог;
-   : повернутись до стандартного тимчасового каталогу;

Налагодження

Інструменти налагодження для створення файлу журналу (тобто запису дій SCP для повідомлення про проблеми) та перевірки залежностей SCP dependencies.

Якщо ви виявили помилку модуля, будь ласка читайте *How can I report an error?* (page 273) .

Файл журналу

-  *Записувати події до файлу журналу*  : якщо параметр увімкнено, то розпочати запис подій до файлу журналу;
-  : експортувати файл журналу (тобто файл .txt);
-   : очистити зміст файлу журналу;

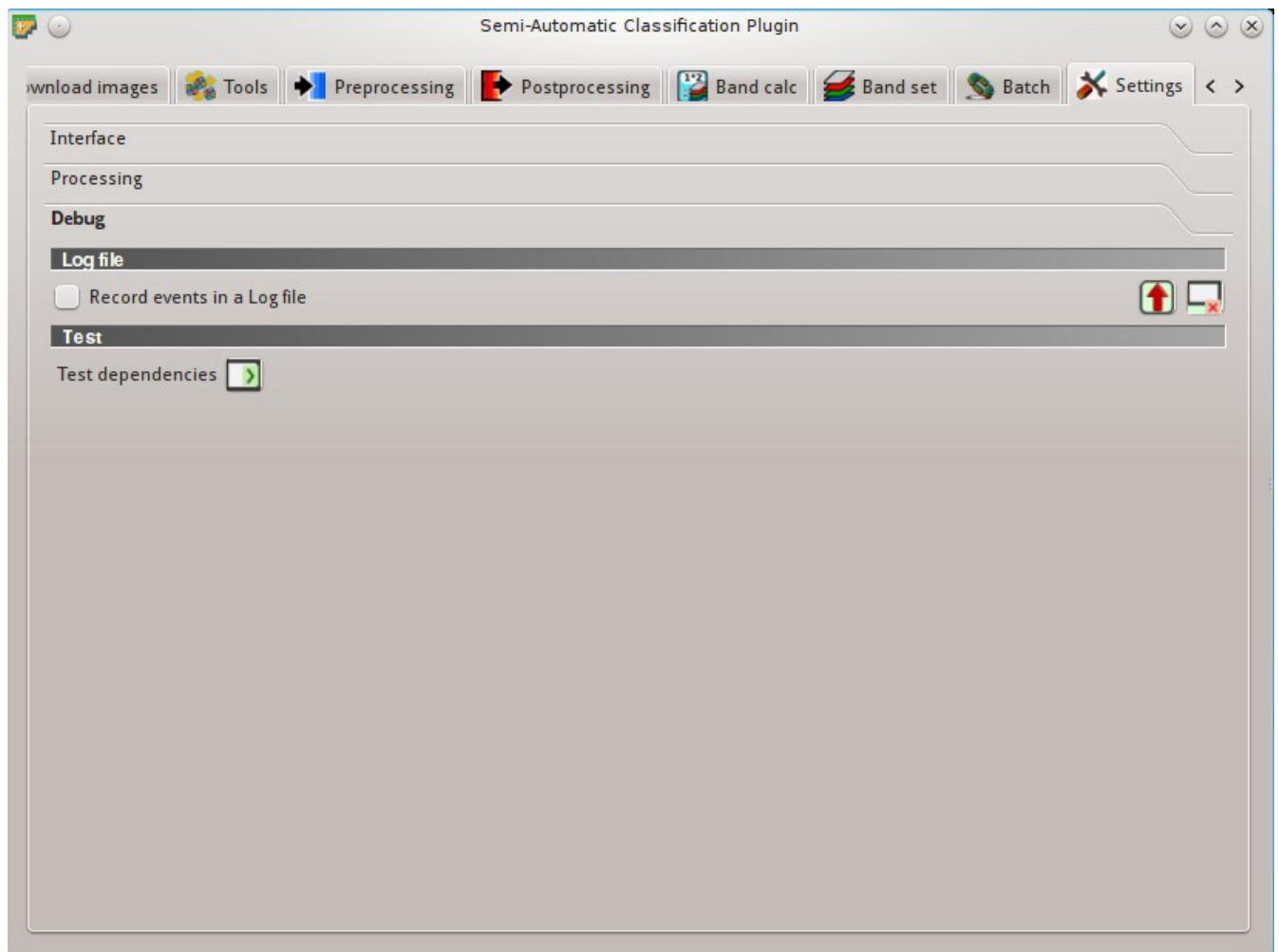



Fig. 10.40: *Налагодження*



Перевірка

- *Перевірка залежностей* : перевірити залежності *SCP* (GDAL, підпроцеси GDAL, NumPy, SciPy, Matplotlib, Інтернет-з'єднання); результати перевірки відображаються у вікні;

Графік спектральних сигнатур

Вікно *Графік спектральних сигнатур* включає декілька функцій для відображення значень спектральних сигнатур як функцій довжини хвилі (визначеної у *Набір каналів* (page 111)). Сигнатури можуть додаватись до *Графік спектральних сигнатур* через *Панель SCP* (page 37).

Вікно *Графік спектральних сигнатур* включає також деякі функції корисні для визначення діапазонів значень, що використовуються *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161) (див. *Порогові величини LCS* (page 73)).

Сигнатури, що перетинаються (за належності до різних класів або макрокласів), виділено помаранчевим в таблиці *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127); перевірка перетину відбувається на підставі *MC ID* або *C ID* відповідно до налаштування *Застосувати*  *MC ID*  *C ID* в *Алгоритм класифікації* (page 45). Сигнатури, що перетинаються та мають ідентичний *ID*, не виділяються.

Ці функції детально описано нижче з використанням таких умовних позначень:

 = Введення дати

 = Ведення тексту

 = Вибір елемента з переліку


 = Введення числа

 = Необов'язковий елемент

 = Налаштування зберігаються в активному проекті QGIS

 = Налаштування зберігаються в реєстрі QGIS

 = Повзунок

 = Таблиця

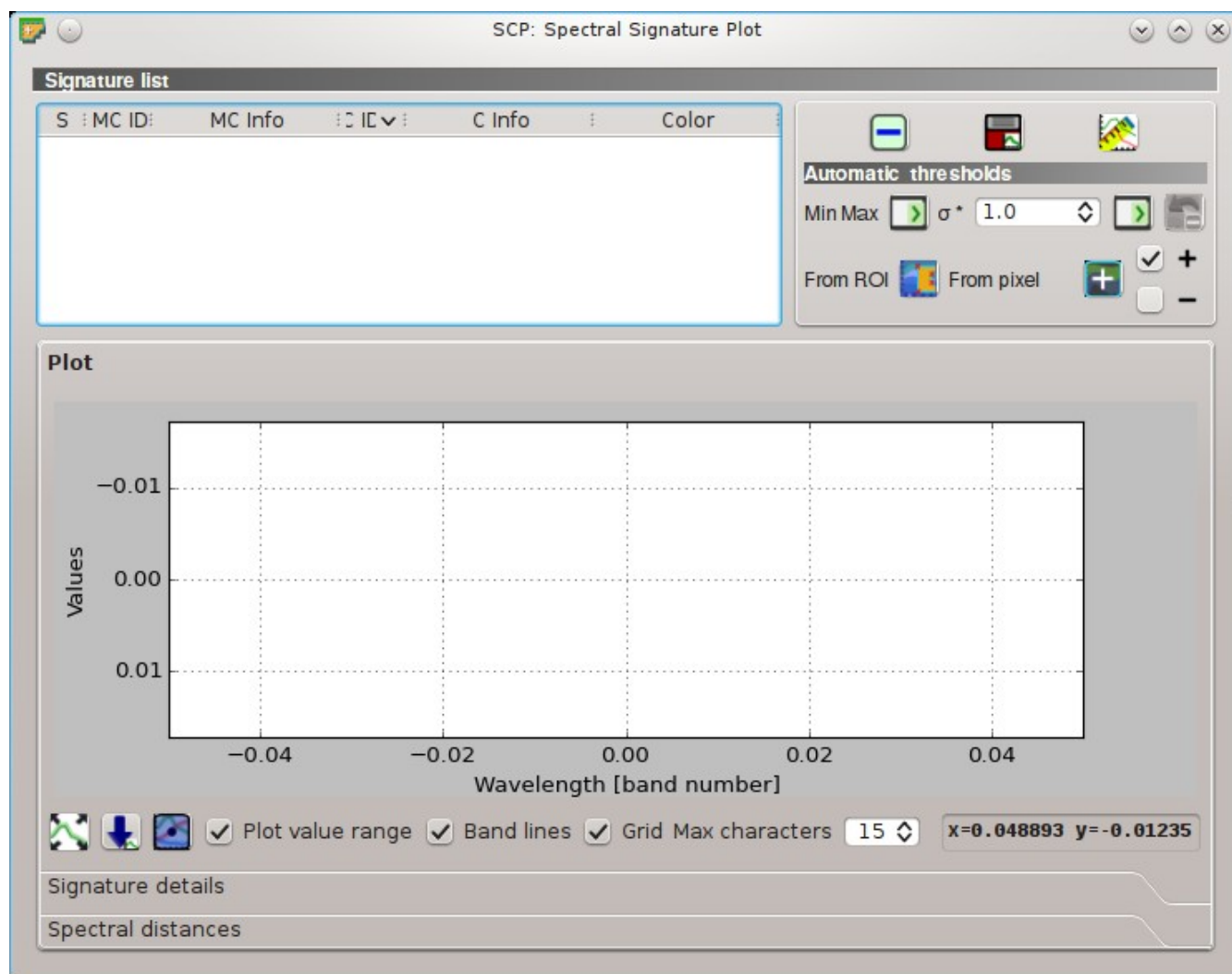







Fig. 11.1: Графік спектральних сигнатур

Відобразити Перелік сигнатур

-  **Перелік сигнатур:**
 - *S*: поле перемикача; якщо параметр увімкнено, то спектральна сигнатура відображається на графіку;
 - *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу сигнатури;
 - *MC Info*: характеристика макрокласу сигнатури;
 - *C ID*: унікальний ідентифікатор класу сигнатури;
 - *C Info*: характеристика класу сигнатури;
 - *Колір [перетин MC_ID-C_ID]*: колір сигнатури; додатково відображається комбінація *MC ID-C ID* у випадку перетину з іншими сигнатурами (див. [Класифікація сигнатур земного покриття](#) (page 161));
 - *Мін В X*: мінімальне значення каналу X; це значення редагується;
 - *Макс В X*: максимальне значення каналу X; це значення редагується;
- : видалити виділені сигнатури з переліку;
- : додати виділені спектральні сигнатури до *Перелік сигнатур ROI* (page 41);
- : розрахувати спектральні відстані спектральних сигнатур, що відображаються на графіку; відстані повідомляються у вкладці *Спектральні відстані* (page 130);

Автоматичні порогові величини

Автоматично призначити порогові величини для сигнатур, виділених в таблиці [Відобразити Перелік сигнатур](#) (page 127); якщо жодна сигнатура не виділена, то порогова величина застосовується до всіх сигнатур.





- Мін Макс** : встановити порогову величину на підставі мінімуму та максимуму кожного каналу;
- $\sigma * v$ : автоматично встановити порогову величину, розраховану як $(\text{значення каналу} + (\sigma * v))$, де σ стандартне відхилення кожного каналу, а v визначене значення;
- : відмінити останні автоматичні порогові величини;
- На підставі ROI** : встановити порогову величину на підставі значень пікселів тимчасової ROI
 -  +: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури збільшується для включення сигнатури пікселя;
 -  -: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури зменшується для виключення сигнатури пікселя;
- На підставі пікселя** : встановити порогову величину клацанням на пікселі, відповідно до н

- ☒ +: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури збільшується для включення сигнатури пікселя;
- ☒ -: якщо увімкнено, то порогова величина сигнатури зменшується для виключення сигнатури пікселя;

Графік

Клацніть ліву кнопку мишки та затисніть на полі бачення графіка, щоб **посунути** його. Використовуйте **коліщатко мишки** для **зменшення та збільшення** поля бачення графіка. **Клацніть праву кнопку мишки** та затисніть на полі бачення графіка, щоб **збільшити до певного фрагмента** графіка. Легенду всередині графіка можна переміщати за допомогою мишки.

Команди графіка:

- : автоматично допасувати графік до даних;
- : зберегти рисунок графіка у файл (доступні формати .jpg, .png, та .pdf);
- : активувати курсор для інтерактивної зміни на графіку діапазону значень віділених сигнатур; клацніть на графіку, щоб встановити мінімальне та максимальне значення каналу (також для декількох сигнатур одночасно); курсор деактивується, коли виходить за межі поля бачення графіка;
- ☒ *Відобразити діапазон значень*: якщо параметр увімкнено, то для кожної сигнатури відображається діапазон значень (напівпрозорою областю);
- ☒ *Лінії каналів*: якщо параметр увімкнено, то для кожного каналу відображається вертикальна лінія (центральна довжина хвилі);
- ☒ *Сітка*: якщо параметр увімкнено, то відображається сітка;
- *Максимум символів* : визначити максимальну довжину тексту в легенді;
- *x y*: відображати координати x y курсора мишки всередині поля бачення графіка;

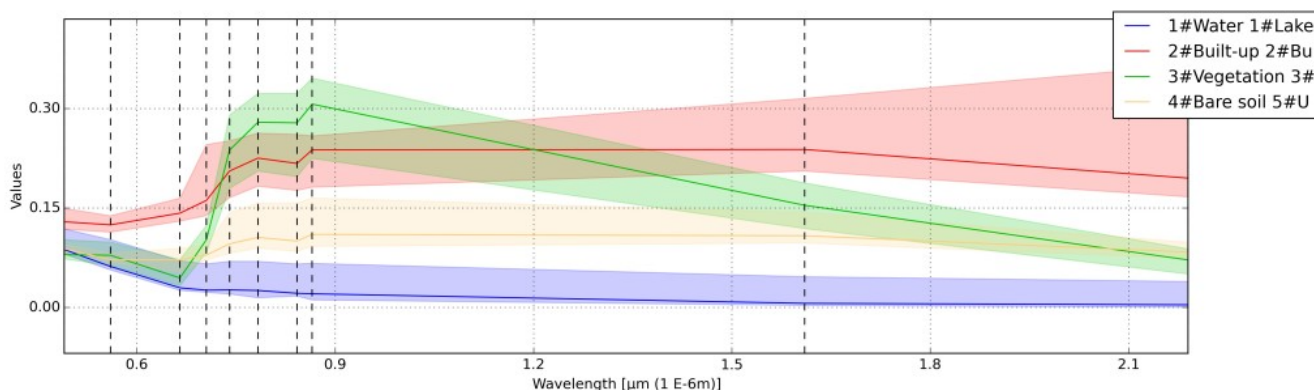


Fig. 11.2: *Спектральна сигнатура: Приклад графіка спектральних сигнатур*

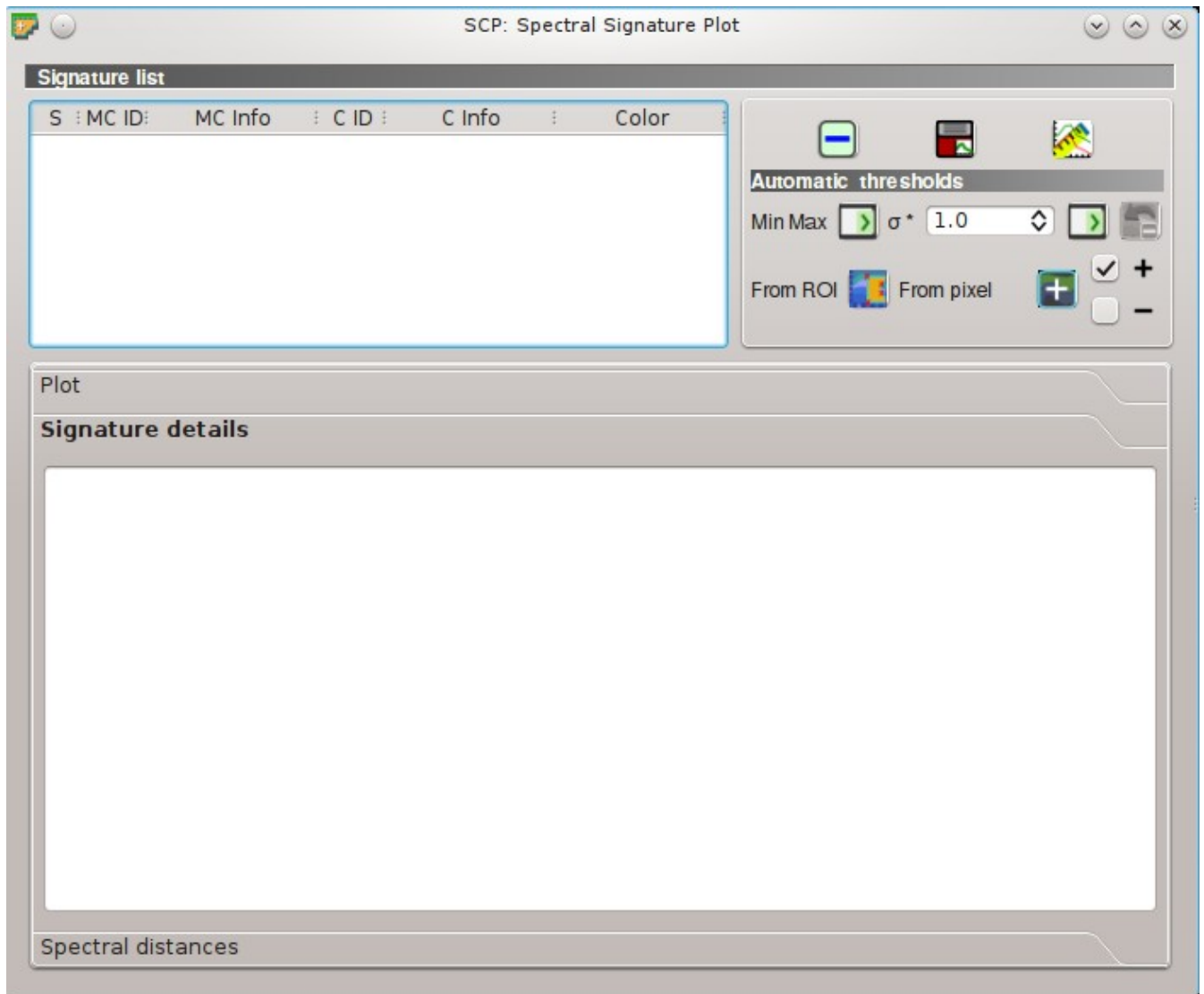


Fig. 11.3: Спектральна сигнатура: Характеристика сигнатур

Характеристика сигнатур

Відображає характеристику спектральних сигнатур (наприклад, Довжину хвилі, Значення та Стандартне відхилення). У випадку розрахунку сигнатур на основі ROI відображається також розмір ROI (кількість пікселів).

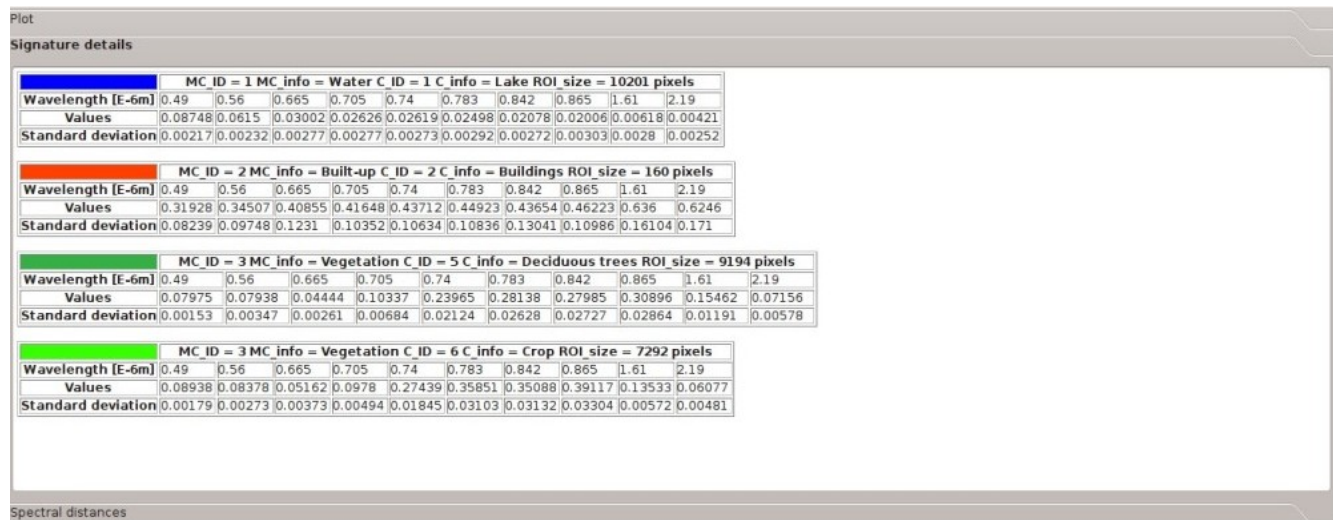


Fig. 11.4: Спектральна сигнатура: Приклад характеристики сигнатур

Спектральні відстані

Відображає спектральні відстані сигнатур (див. *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127)), які є корисними для оцінки відокремності ROI (див. *Спектральна відстань* (page 163)).

Розраховуються наступні спектральні відстані:

- *Відстань Джефріса-Мацусіти* (page 163): діапазон [0 = ідентичні, 2 = відмінні]; корисна зокрема для класифікації *Максимальної вірогідності* (page 158);
- *Спектральний кут* (page 163): діапазон [0 = ідентичні, 90 = відмінні]; корисна зокрема для класифікації *Картографування спектрального кута* (page 159);
- *Евклідова відстань* (page 164): корисна зокрема для класифікації *Мінімальної відстані* (page 158);
- *Подібність Брея-Кертиса* (page 164): діапазон [0 = відмінні, 100 = ідентичні]; корисна в цілому;

Якщо сигнатури дуже подібні, то значення відображаються червоним.

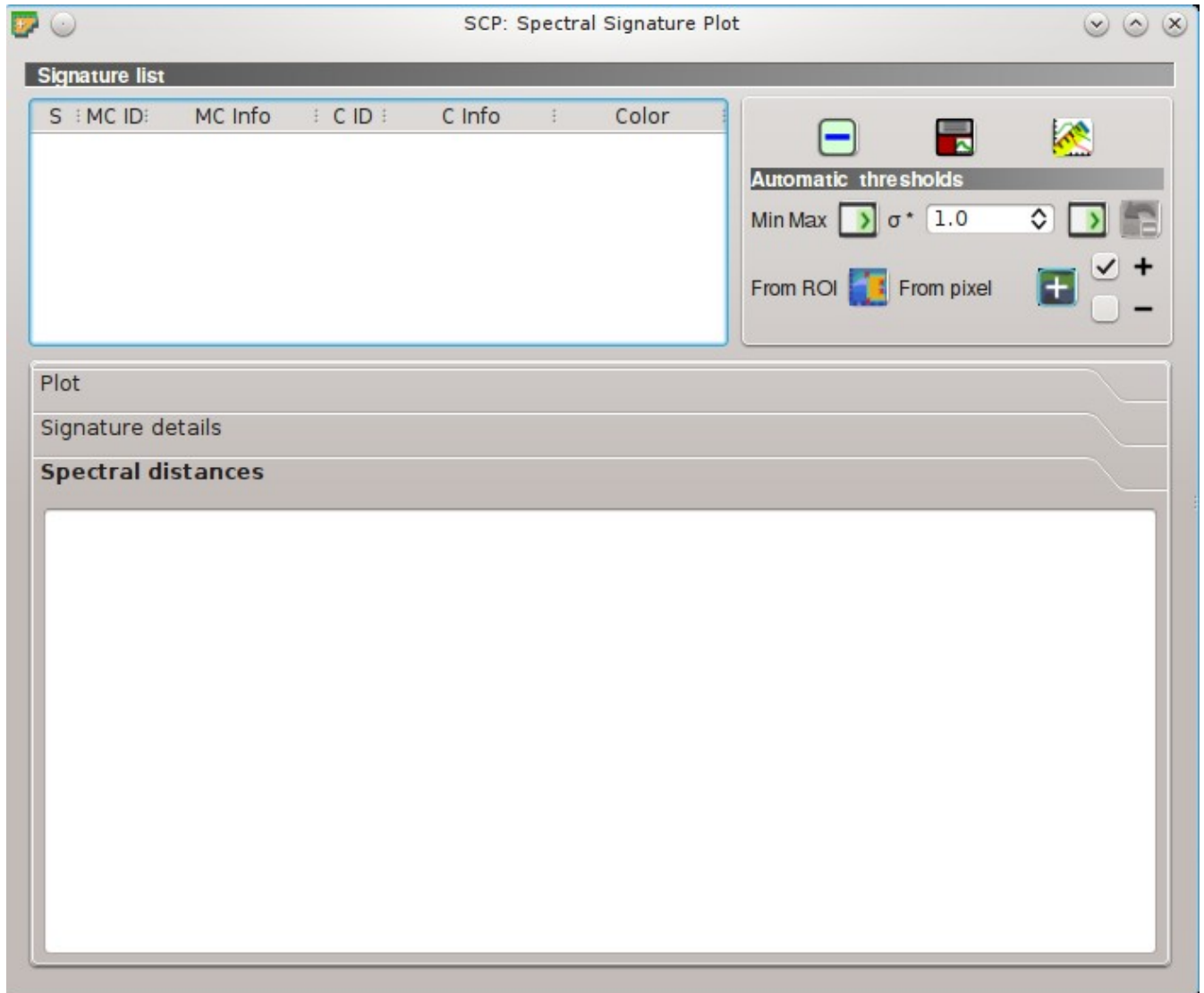


Fig. 11.5: Спектральна сигнатура: Спектральні відстані

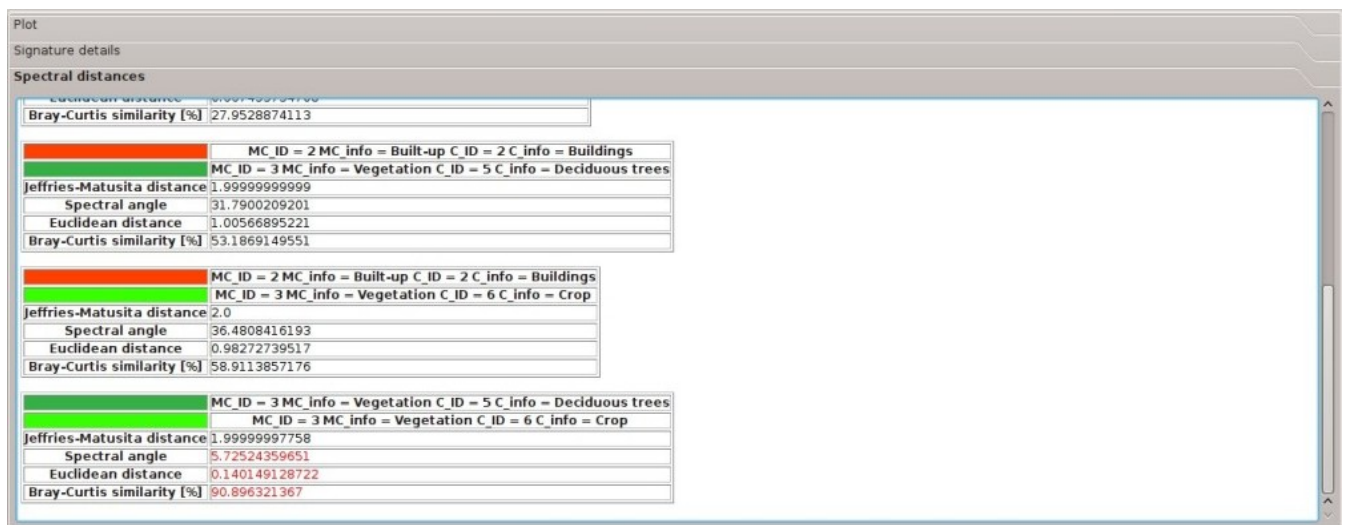


Fig. 11.6: Спектральна сигнатура: Приклад спектральних відстаней

Графік розсіву

Вікно *Графік розсіву* відображає значення пікселів растрів двох каналів як точки у 2-вимірному просторі. Графіки розсіву корисні для оцінювання відокремності ROI між двома каналами.

Ці функції детально описано нижче з використанням таких умовних позначень:



= Введення дати



= Введення тексту



= Вибір елемента з переліку



= Введення числа



= Необов'язковий елемент



= Налаштування зберігаються в активному проекті QGIS



= Налаштування зберігаються в реєстрі QGIS



= Повзунок



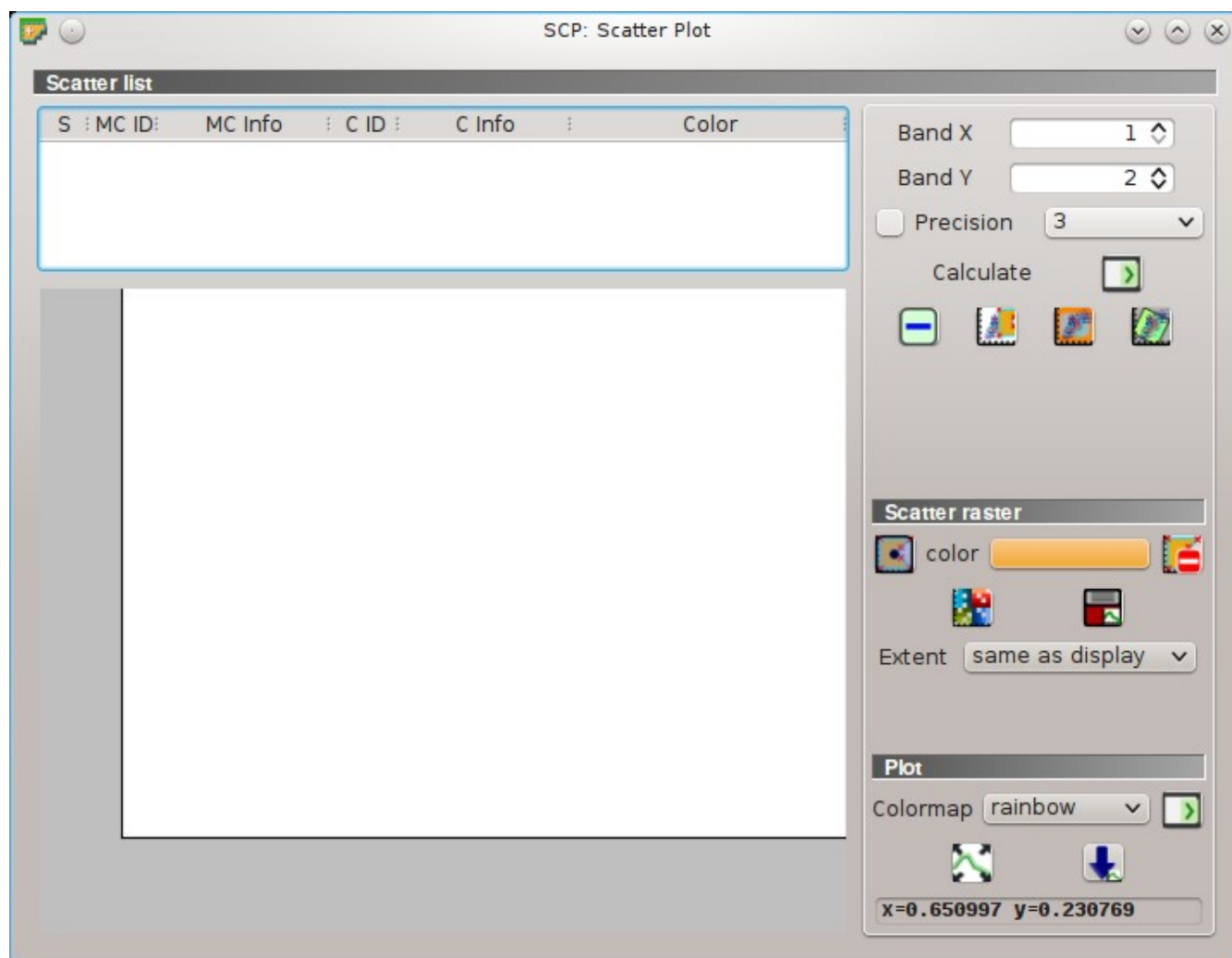
= Таблиця










Перелік розсіву



- Перелік розсіву:**

- *S*: поле перемикача; якщо параметр увімкнено, то спектральна сигнатура відображається на графіку;
- *MC ID*: унікальний ідентифікатор макрокласу сигнатури;
- *MC Info*: характеристика макрокласу сигнатури;
- *C ID*: унікальний ідентифікатор класу сигнатури;
- *C Info*: характеристика класу сигнатури;

Fig. 12.1: *Графік розсіву*

- *Колір*: поле кольору; двічі клацніть для вибору кольору на графіку;
- *Канал X* : канал X графіка;
- *Канал Y* : канал Y графіка;
-  *Точність* : використовувати для розрахунків нетипову точність (точність повинна вставити)
 - 4 = 10^{-4}
 - 3 = 10^{-3}
 - 2 = 10^{-2}
 - 1 = 10^{-1}
 - 0 = 1
 - -1 = 10
 - -2 = 10^2
 - -3 = 10^3
- *Розрахувати* : розрахувати графік розсіву для ROI увімкнених в переліку;
- : видалити виділені сигнатури з переліку;
- : додати тимчасовий графік розсіву до переліку (як MC Info = tempScatter) та розпочати розрахунок графіка для останньої тимчасової ROI (див. *Робоча панель* (page 33));
- : додати тимчасовий графік розсіву до переліку (як MC Info = tempScatter) та розпочати розрахунок графіка для пікселів охоплення поточного відображення;
- : додати тимчасовий графік розсіву до переліку (як MC Info = tempScatter) та розпочати розрахунок графіка для всього знімка;


ЗАСТЕРЕЖЕННЯ: Використання занадто високого значення точності може призвести до уповільнення або невдалої спроби розрахунку.





Растр розсіву

Цей інструмент забезпечує окреслювання полігонів відбору всередині графіка розсіву; ці полігони використовуються для створення *Растр розсіву*, який являє собою тимчасовий растр значення якого класифіковано відповідно до перетину графіків розсіву та окреслених полігонів.

Пікселі *Входове зображення* (page 38) класифікуються відповідно до каналів графіка розсіву, якщо значення пікселів знаходяться в діапазоні перетину між графіками розсіву та полігонами відбору (полігони не повинні перетинатись). Значення, що призначаються пікселям *Растр розсіву*, це порядковий номер полігона відбору; колір растра також відповідає полігону відбору.






Після створення нового *Растр розсіву*, старі растри в панелі шарів QGIS переміщуються до групи Class_temp_group (стандартне ім'я групи може бути змінено у *Ім'я тимчасової групи* (page 119)) та видаляються після закриття сесії QGIS.

- : активувати курсор для інтерактивного окреслювання полігона на графіку; ліве клацання на графіку визначає вузли, а праве клацання - останній вузол, що замикає полігон;
- *color*: вибрати колір полігона (який також використовується для *Растр розсіву*);

- : видалити з графіка всі вибрані полігони;
- : розрахувати *Растр розсіву* та відобразити його на карті;
- : використовуючи *Входове зображення* (page 38), розрахувати спектральну сигнатуру *Растр розсіву* (з урахуванням всіх класифікованих пікселів), та зберегти її до *Перелік сигнатур ROI* (page 41);
- *Охоплення* : охоплення *Растр розсіву*; доступні варіанти:
 - *Таке саме як відображення*: охоплення таке саме, які і відображення карти;
 - *Таке саме як знімок*: охоплення таке саме, як і у всього знімка;

Графік

Клацніть ліву кнопку мишки та затисніть на полі бачення графіка, щоб **посунути** його. Використовуйте **коліщатко мишки** для **зменшення та збільшення** поля бачення графіка. Клацніть праву кнопку мишки та затисніть на полі бачення графіка, щоб **збільшити до певного фрагмента** графіка.

- *Карта кольорів*  : виберіть карту кольорів, яка повинна застосовуватись до виділених в переліку графіків розсіву після натискання ; якщо жоден графік розсіву не виділений, то кольорова карта застосовується до всіх графіків розсіву;
- : автоматично допасувати графік до даних;
- : зберегти рисунок графіка у файл (доступні формати .jpg, .png, та .pdf);
- *x y*: відображати координати *x* у курсора мишки всередині поля бачення графіка;

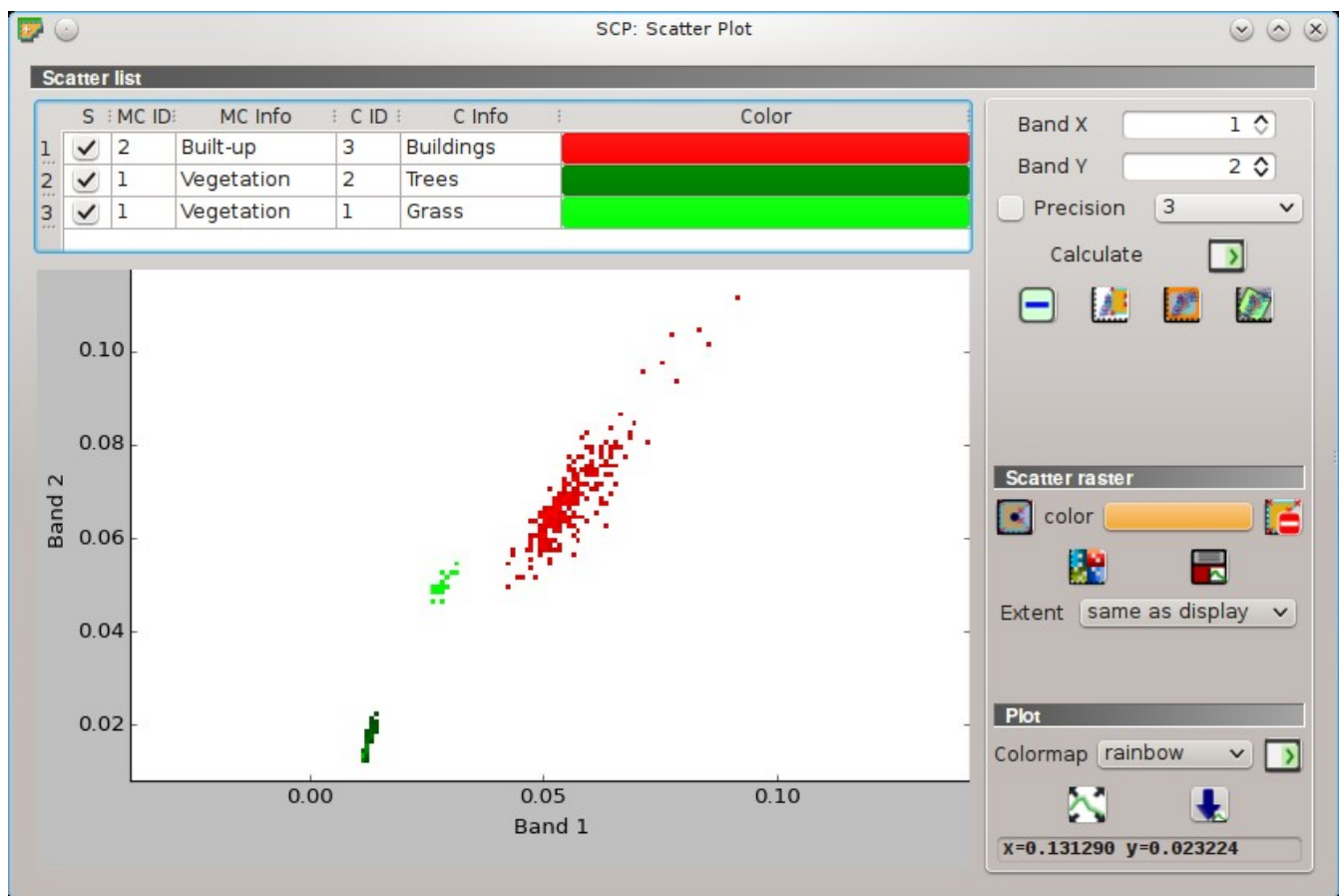










Fig. 12.2: Приклад графіка розсіву

Панель редагування SCP



Fig. 13.1: Інструменти SCP

Панель редагування SCP забезпечує безпосереднє редагування значень пікселів вхідного растра, визначеного у *Редагувати растр* (page 101) з застосуванням полігонів ROI. Редагуються лише ті пікселі, що розташовані під полігонами ROI.

- : відкрити інструмент *Панель редагування SCP* для вибору вхідного растра;
-  : редагувати растр з застосуванням сталого значення;
-  : редагувати растр з застосуванням сталого значення;
-  : редагувати растр з застосуванням сталого значення;
- : відмінити останню правку растра (доступно лише у випадку використання полігонів ROI);

Частина IV

Короткий вступ до дистанційного зондування

- Основні поняття (page 145)
 - Поняття ГИС (page 145)
 - Поняття дистанційного зондування (page 145)
 - Сенсори (page 147)
 - Енергетична світність та відбивальна здатність (page 147)
 - Спектральна сигнатура (page 147)
 - Супутник Landsat (page 148)
 - Супутник Sentinel-2 (page 149)
 - Супутник ASTER (page 150)
 - Продукти MODIS (page 151)
 - Кольоровий композит (page 151)
 - Аналіз головних компонент (page 152)
 - Панхроматичне об'єднання (page 153)
 - Спектральні індекси (page 153)
- Поняття контрольованої класифікації (page 155)
 - Земельний покрив (page 155)
 - Контрольована класифікація (page 155)
 - Навчальні області (page 155)
 - Класи та макрокласи (page 157)
 - Алгоритми класифікації (page 158)
 - Спектральна відстань (page 163)
 - Результат класифікації (page 164)
 - Оцінка точності (page 165)
- Перерахунок знімка у значення відбивальності (page 167)
 - Енергетична світність на апертурі сенсора (page 167)
 - Відбивальність на поверхні атмосфери (TOA) (page 167)
 - Відбивальність поверхні (page 168)
 - Корекція DOS1 (page 168)
- Перерахунок у температуру (page 173)
 - Перерахунок у яскравісну температуру на супутнику (page 173)
 - Оцінювання температури земної поверхні (page 174)
- Перелік посилань (page 175)

Основні поняття

В цьому розділі наведено основні поняття щодо ГІС та дистанційного зондування. Інші корисні джерела дивіться у *Free and valuable resources about remote sensing and GIS* (page 278).

Поняття ГІС

Існує декілька визначень **ГІС** (Географічних інформаційних систем), які не є просто програмним забезпеченням. В загальному розумінні ГІС це системи, які забезпечують використання географічної інформації (даних з просторовими координатами). У вузькому розумінні ГІС забезпечують перегляд, запити, розрахунки та аналіз просторових даних, які здебільшого розрізняються як векторна та растрова структури даних. Вектор складається з об'єктів, які можуть бути точками, лініями або полігонами та кожний об'єкт може мати одне або декілька атрибутивних значень; растр це регулярна сітка (або знімок), кожна комірка якої має атрибутивне значення (Fisher and Unwin, 2005). Багато ГІС-застосунків використовують растрові знімки, отримані шляхом дистанційного зондування.

Поняття дистанційного зондування

В загальному розумінні **дистанційне зондування** це “наука та технологія за допомогою яких характеристики об'єктів інтересу можуть ідентифікуватись, вимірюватись та аналізуватись за відсутності безпосереднього контакту” (JARS, 1993).

У вузькому розумінні дистанційне зондування це вимірювання енергії, що випромінюється від земної поверхні. Якщо джерелом енергії, що вимірюється, є Сонце, то це **пасивне дистанційне зондування** і результатом такого вимірювання може бути цифровий знімок (Richards and Jia, 2006). Якщо енергія, що вимірюється, випромінюється не Сонцем, а платформою сенсора, такою як радарні сенсори, що працюють у мікрохвильовому діапазоні, то це **активне дистанційне зондування** (Richards and Jia, 2006).

Електромагнітний спектр це “система, що класифікує за довжиною хвилі всю енергію (від короткохвильової космічної до довгохвильової радіо), що гармонічно рухається з постійною швидкістю світла” (NASA, 2013). Пасивні сенсори вимірюють енергію з оптичних областей електромагнітного спектра: видимої, ближньої інфрачервоної (ІЧ), короткохвильової ІЧ та теплової ІЧ (див. Рисунок *Електромагнітний спектр* (page 146)).

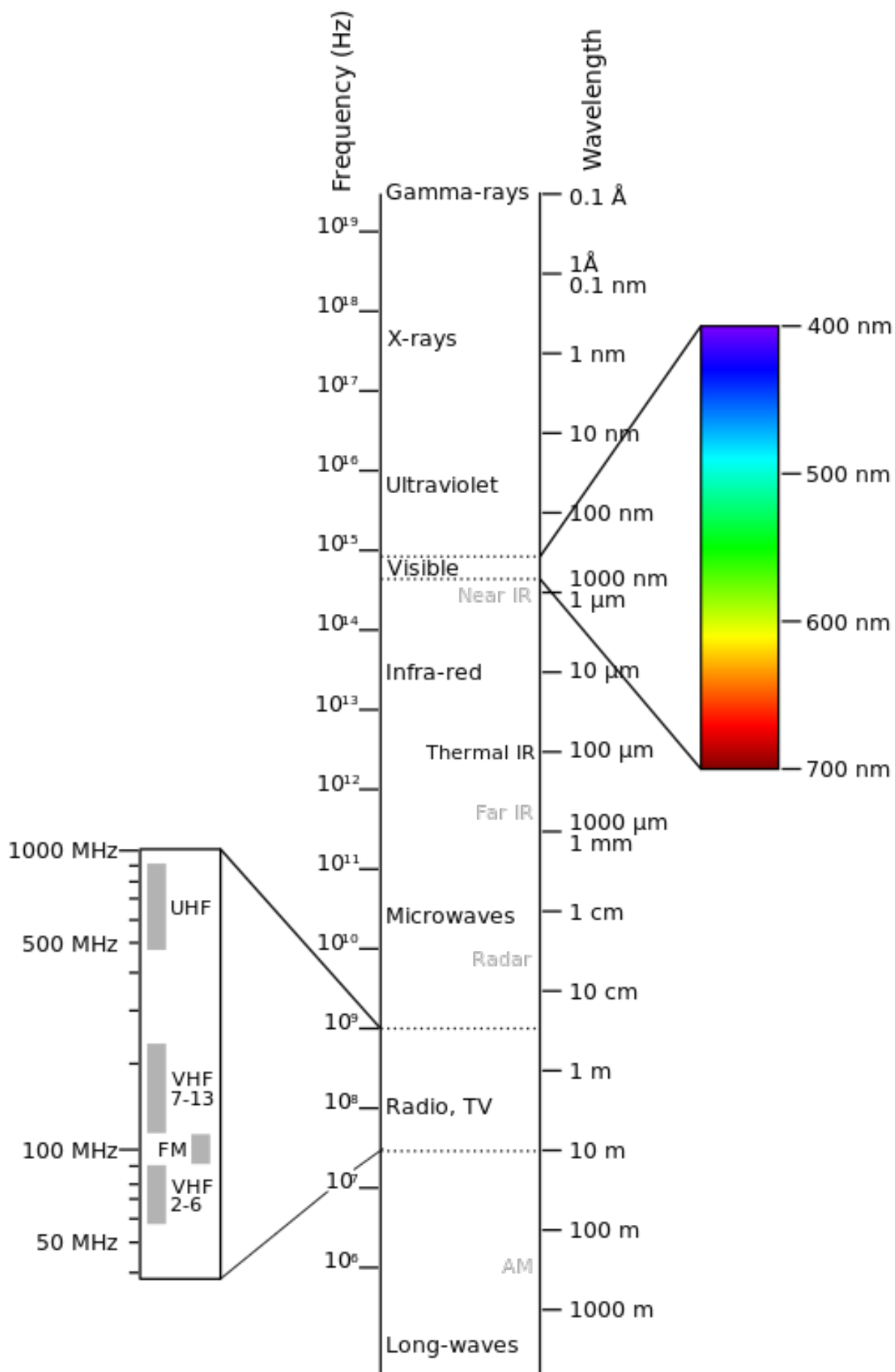


Fig. 14.1: Електромагнітний спектр

за Victor Blacus (SVG версія File:Electromagnetic Spectrum.png)

за посередництвом Wikimedia Commons

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AElectromagnetic-Spectrum.svg>

Взаємодія між сонячною енергією та матеріалами залежить від довжини хвилі; сонячна енергія проходить від Сонця до Землі, а потім до сенсора. Вздовж цього шляха **сонячна енергія** (NASA, 2013):

- **Проникла** - енергія проходить через з зміною у швидкості відповідно до індексу заломлювання для двох середовищ, про які йде мова.
- **Поглинена** - енергія передається об'єкту через електронні або молекулярні реакції.
- **Відбита** - енергія повертається незміненою з кутом відбивання, що дорівнює куту надходження. Відбивальна здатність це відношення відбитої енергії до тієї, що надійшла до тіла. Довжина хвилі відбитої (а не поглиненої) енергії визначає колір об'єкта.
- **Розсіяна** - напрямок поширювання енергії змінюється випадково. Розсіювання Рейлі та Мі - два найбільш важливі типи розсіювання в атмосфері.
- **Випромінена** - в дійсності, енергія спочатку поглинається, а потім випромінюється знову, зазвичай на довших довжинах хвиль. Об'єкт розігрівається.

Сенсори

Сенсори можуть знаходитись на борті літака або супутника, вимірюючи електромагнітну радіацію у деяких визначених діапазонах (які зазвичай називаються каналами). В результаті, вимірювання квантуються та перетворюються на цифрове зображення, кожен елемент якого (тобто піксель) має дискретне значення в одиницях цифрових чисел (Digital Number - DN) (NASA, 2013). Результуючі зображення мають різні характеристики (вирізняльні здатності) залежно від сенсора. Виділяють декілька типів **вирізняльної здатності**:

- **Просторова вирізняльна здатність**, зазвичай відповідає розміру пікселя, “це вирізняльна здатність інструмента, необхідна для виокремлення об'єктів, що залежить від розміру детектора, фокусної відстані та висоти сенсора” (NASA, 2013); просторову родільну здатність також називають геометричною роздільною здатністю або IFOV;
- **Спектральна вирізняльна здатність** це кількість та положення електромагнітних спектрів (що визначаються двома довжинами хвиль) спектральних каналів (NASA, 2013) багатоспектральних сенсорів, кожному каналу відповідає зображення;
- **Радіометрична вирізняльна здатність**, зазвичай вимірюється у бітах (двійкових цифрах), це діапазон можливих значень яскравості, який для знімка відповідає максимальному діапазону DN; наприклад, знімок з вирізняльною здатністю 8 біт має 256 рівнів яскравості (Richards and Jia, 2006);
- Для супутникових сенсорів, є також **часова вирізняльна здатність**, яка відповідає часу, необхідному для повторного перегляду тієї самої ділянки Землі (NASA, 2013).

Енергетична світність та відбивальна здатність

Сенсори вимірюють **енергетичну світність**, яка відповідає яскравості у заданому напрямку до сенсора; також доцільно вирізняти **відбивальну здатність** як відношення відбитої до загальної енергії.

Спектральна сигнатура

Спектральна сигнатура це відбивальна здатність як функція довжини хвилі (див. Рис. *Криві спектральної відбивальної здатності для чотирьох різних цілей* (page 148)); кожен матеріал має унікальну сигнатуру, яка завдяки цьому може використовуватись для класифікації матеріалів (NASA, 2013).

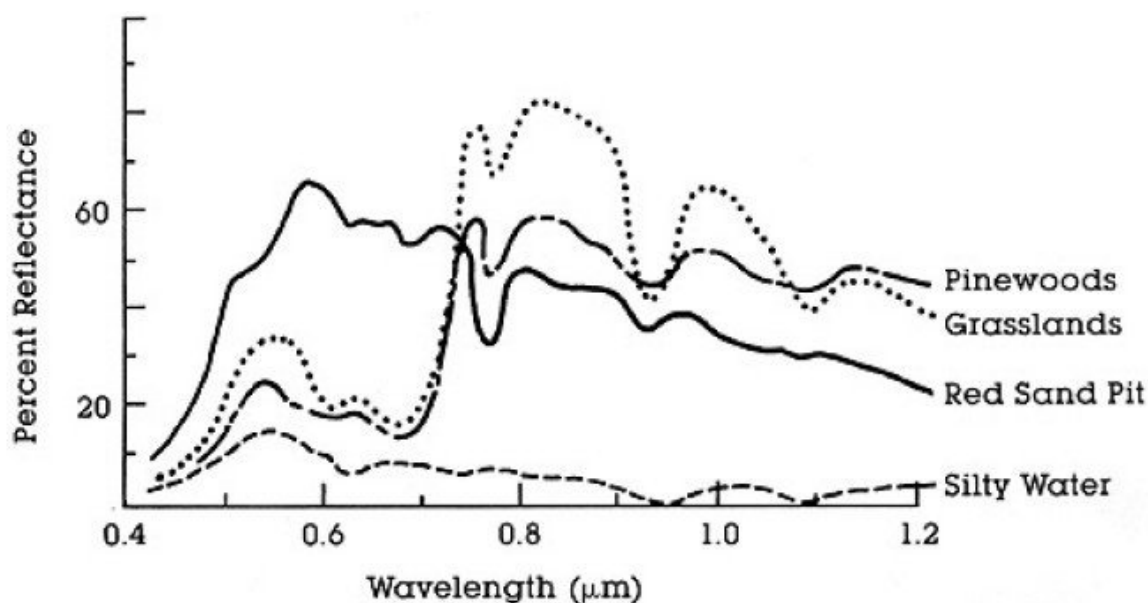


Fig. 14.2: Криві спектральної відбивальної здатності для чотирьох різних цілей
(за NASA, 2013)

Супутник Landsat

Landsat це серія багатоспектральних супутників, розроблених NASA (Національним управлінням з аеронавтики і дослідження космічного простору США), з початку 1970-х.

Знімки Landsat широко вживані у дослідженнях довкілля. Virізняльні здатності сенсорів Landsat 4 та Landsat 5 наведені в таблиці нижче (за http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php); часова virізняльна здатність Landsat становить 16 днів (NASA, 2013).

Канали Landsat 4 та Landsat 5

Канали Landsat 4, Landsat 5	Довжина хвилі [мікрометри]	Virізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Синій	0.45 - 0.52	30
Канал 2 - Зелений	0.52 - 0.60	30
Канал 3 - Червоний	0.63 - 0.69	30
Канал 4 - Ближній інфрачервоний (NIR)	0.76 - 0.90	30
Канал 5 - SWIR	1.55 - 1.75	30
Канал 6 - Тепловий інфрачервоний	10.40 - 12.50	120 (передискретизована до 30)
Канал 7 - SWIR	2.08 - 2.35	30

Virізняльні здатності сенсора Landsat 7 наведено в таблиці нижче (за http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php); часова virізняльна здатність Landsat становить 16 днів (NASA, 2013).

Канали Landsat 7

Landsat 7 Bands	Довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Синій	0.45 - 0.52	30
Канал 2 - Зелений	0.52 - 0.60	30
Канал 3 - Червоний	0.63 - 0.69	30
Канал 4 - Близький інфрачервоний (NIR)	0.77 - 0.90	30
Канал 5 - SWIR	1.57 - 1.75	30
Канал 6 - Тепловий інфрачервоний	10.40 - 12.50	60 (передискретизована до 30)
Канал 7 - SWIR	2.09 - 2.35	30
Канал 8 - Панхроматичний	0.52 - 0.90	15

Вирізняльні здатності сенсора Landsat 8 наведено в таблиці нижче (за http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php); часова вирізняльна здатність Landsat становить 16 днів (NASA, 2013).

Канали Landsat 8

Landsat 8 Bands	Довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Узбережний аерозоль	0.43 - 0.45	30
Канал 2 - Синій	0.45 - 0.51	30
Канал 3 - Зелений	0.53 - 0.59	30
Канал 4 - Червоний	0.64 - 0.67	30
Канал 5 - Близький інфрачервоний (NIR)	0.85 - 0.88	30
Канал 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Канал 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Канал 8 - Панхроматичний	0.50 - 0.68	15
Канал 9 - Пір'їсті хмари	1.36 - 1.38	30
Канал 10 - Тепловий інфрачервоний (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 (передискретизована до 30)
Канал 11 - Тепловий інфрачервоний (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 (передискретизована до 30)

Великий архів знімків безкоштовно доступний від Геологічної служби США . Для більш докладної інформації щодо безкоштовного завантаження знімків Landsat [читайте](#) .

Знімки ідентифікуються траєкторіями та рядками WRS (Глобальна система місцезнаходження для Landsat [Worldwide Reference System for Landsat](#)).

Супутник Sentinel-2

Sentinel-2 це багатоспектральний супутник, розроблений Європейським космічним агентством (European Space Agency - ESA) в рамках програми моніторингу земель [Copernicus](#) . Sentinel-2 має 13 спектральних каналів з просторовою вирізняльною здатністю 10 м, 20 м та 60 м залежно від каналу, як наведено у таблиці нижче (ESA, 2015).

Канали Sentinel-2

Канали Sentinel-2	Центральна довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Узбережний аерозоль	0.443	60
Канал 2 - Синій	0.490	10
Канал 3 - Зелений	0.560	10
Канал 4 - Червоний	0.665	10
Канал 5 - Червоний край рослинності	0.705	20
Канал 6 - Червоний край рослинності	0.740	20
Канал 7 - Червоний край рослинності	0.783	20
Канал 8 - NIR	0.842	10
Канал 8A - Червоний край рослинності	0.865	20
Канал 9 - Водяна пара	0.945	60
Канал 10 - SWIR - Пір'їсті хмари	1.375	60
Канал 11 - SWIR	1.610	20
Канал 12 - SWIR	2.190	20

Знімки Sentinel-2 безкоштовно доступні з веб-сайту ESA <https://scihub.esa.int/dhus/>.

Супутник ASTER

Супутник **ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer - Покращений космічний радіометр теплового випромінювання та відбивання) був запущений у 1999 за співробітництва між Міністерством міжнародної торгівлі та індустрії Японії (Japanese Ministry of International Trade and Industry - MITI) та NASA. ASTER має 14 каналів вирізняльна здатність яких змінюється відповідно до довжини хвилі: 15 м у видимому та ближньому інфрачервоному, 30 м у короткохвиловому інфрачервоному та 90 м у тепловому інфрачервоному (USGS, 2015). Канали ASTER охарактеризовано в таблиці нижче (через вихід з ладу сенсора **дані SWIR, отримані після 1 квітня 2008 недоступні**). Додатковий канал 3В (ближній інфрачервоний оберненого назад огляду) забезпечує стерео покриття.

Канали ASTER

Канали ASTER	Довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Зелений	0.52 - 0.60	15
Канал 2 - Червоний	0.63 - 0.69	15
Канал 3N - Ближній інфрачервоний (NIR)	0.78 - 0.86	15
Канал 4 - SWIR 1	1.60 - 1.70	30
Канал 5 - SWIR 2	2.145 - 2.185	30
Канал 6 - SWIR 3	2.185 - 2.225	30
Канал 7 - SWIR 4	2.235 - 2.285	30
Канал 8 - SWIR 5	2.295 - 2.365	30
Канал 9 - SWIR 6	2.360 - 2.430	30
Канал 10 - TIR 1	8.125 - 8.475	90
Канал 11 - TIR 2	8.475 - 8.825	90
Канал 12 - TIR 3	8.925 - 9.275	90
Канал 13 - TIR 4	10.25 - 10.95	90
Канал 14 - TIR 5	10.95 - 11.65	90

Продукти MODIS

MODIS (англ. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer - спектрорадіометр помірної вирізняльної здатності) це інструмент, що працює на супутниках Terra та Aqua, запущених NASA 1999 та 2002 року відповідно. Його часова вирізняльна здатність дозволяє оглядати всю поверхню Землі щоденно або через день при ширині смуги зйомки 2,330. Його сенсори фіксують інформацію за 36 спектральними каналами з трьома просторовими вирізняльними здатностями: 250 м, 500 м та 1,000 м (див. https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis).

Доступні декілька продуктів, таких як відбивальність поверхні та вегетаційні індекси. В цьому посібнику ми розглядаємо канали відбивальності поверхні доступні з просторовою вирізняльною здатністю 250 м та 500 м (Vermote, Roger, & Ray, 2015).

Канали MODIS

Канали MODIS	Довжина хвилі [мікрметри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Червоний	0.62 - 0.67	250 - 500
Канал 2 - Близький інфрачервоний (NIR)	0.841 - 0.876	250 - 500
Канал 3 - Синій	0.459 - 0.479	500
Канал 4 - Зелений	0.545 - 0.565	500
Канал 5 - SWIR 1	1.230 - 1.250	500
Канал 6 - SWIR 2	1.628 - 1.652	500
Канал 7 - SWIR 3	2.105 - 2.155	500

Наступні продукти (Версія 6, див. https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table) доступні для завантаження (Vermote, Roger, & Ray, 2015):

- MOD09GQ: щоденна відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 250 м за Terra MODIS;
- MYD09GQ: щоденна відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 250 м за Aqua MODIS;
- MOD09GA: щоденна відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 500 м за Terra MODIS;
- MYD09GA: щоденна відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 500 м за Aqua MODIS;
- MOD09Q1: відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 250 м, як композит MOD09GQ (кожний піксель містить найкраще можливе спостереження за 8-денний період);
- MYD09Q1: відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 250 м, як композит MYD09GQ (кожний піксель містить найкраще можливе спостереження за 8-денний період);
- MOD09A1: відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 250 м, як композит MOD09GA (кожний піксель містить найкраще можливе спостереження за 8-денний період);
- MYD09A1: відбивальність з просторовою вирізняльною здатністю 250 м, як композит MYD09GA (кожний піксель містить найкраще можливе спостереження за 8-денний період);

Кольоровий композит

Зазвичай створюється комбінація трьох індивідуальних монохромних зображень, в якій кожному призначається певний колір; така комбінація називається **кольоровий композит** та корисна для візуальної інтерпретації (NASA, 2013). Кольорові композити можуть бути описані наступним виразом:

$$R \ G \ B = Br \ Bg \ Bb$$

де:

- R відповідає Червоному;
- G відповідає Зеленому;
- B відповідає Синьому;
- B_r це номер каналу, що асоціюється з червоним кольором;
- B_g це номер каналу, що асоціюється з зеленим кольором;
- B_b це номер каналу, що асоціюється з синім кольором.

Наступний рисунок *Кольоровий композит знімка Landsat 8* (page 152) демонструє кольоровий композит “R G B = 4 3 2” знімка Landsat 8 (для Landsat 7 аналогічний кольоровий композит це R G B = 3 2 1; для Sentinel-2 це R G B = 4 3 2) та кольоровий композит “R G B = 5 4 3” (для Landsat 7 аналогічний кольоровий композит це R G B = 4 3 2; для Sentinel-2 це R G B = 8 4 3). Композит “R G B = 5 4 3” корисний для інтерпретації зображень тому що пікселі з рослинністю виглядають червоними (здорова рослинність відбиває значну частину надхідного світла в ближній інфрачервоній зоні, що проявляється у вищих значеннях відбивальності для каналу 5, а відтак і вищих значеннях для пов’язаного червоного кольору).

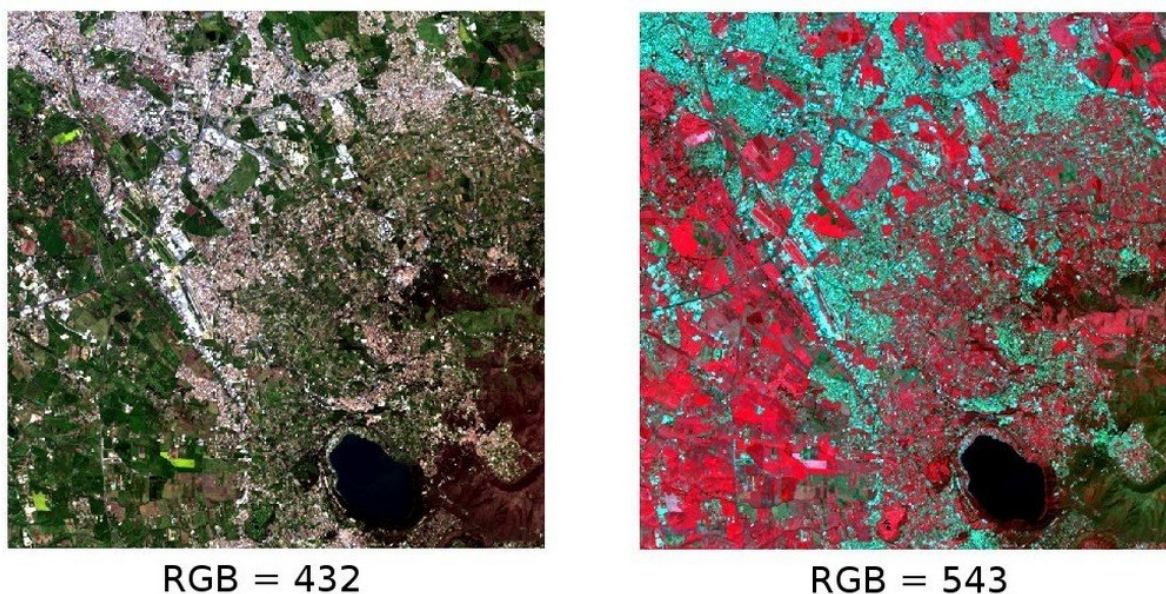


Fig. 14.3: *Кольоровий композит знімка Landsat 8*
Дані доступні з Геологічної служби США

Аналіз головних компонент

Аналіз головних компонент (Principal Component Analysis - PCA) це метод зменшення вимірності змінних (каналів) до головних компонент (JARS, 1993).

Трансформація головних компонент надає новий набір каналів (головних компонент), які мають наступні характеристики: головні компоненти не корелюють; кожна наступна компонента має дисперсію меншу, ніж попередня компонента. Відтак, це ефективний метод виокремлення інформації та ущільнювання даних (Ready and Wintz, 1973).

У випадку знімка з N спектральними каналами головні компоненти отримуються розрахунком матриці (Ready and Wintz, 1973; Richards and Jia, 2006):

$$Y = D^t X$$

де:

- Y = вектор головних компонент
- D = матриця власних векторів матриці коваріації C_x в просторі X
- t позначає транспонування вектора

А X розраховується як:

$$X = P - M$$

- P = вектор спектральних значень, що відповідають кожному пікселю
- M = вектор середніх значень, що відповідають кожному каналу

Відтак, середнє X , що відповідає кожному каналу становить 0. D формується власними векторами (матриці коваріації C_x), впорядкованими як власні числа від максимуму до мініму, для отримання максимальної дисперсії у першій компоненті. Таким чином, головні компоненти не корелюють та кожна наступна компонента має дисперсію меншу, ніж попередня (Ready and Wintz, 1973).

Зазвичай перші дві компоненти містять понад 90% дисперсії. Наприклад, перша головна компонента може бути відображена у *Кольоровий композит* (page 151) для підкреслення класів *Земельний покрив* (page 155) або використана в якості входових даних для *Контрольована класифікація* (page 155).

Панхроматичне об'єднання

Панхроматичне об'єднання або пан-шарпенінг це поєднання спектральної інформації багатоспектральних каналів (MS), які мають нижчу вирізняльну здатність (для каналів Landsat просторова вирізняльна здатність становить 30 м), з просторовою вирізняльною здатністю панхроматичного каналу (PAN), яка для Landsat 7 та 8 становить 15 м. Результатом є багатоспектральне зображення з просторовою вирізняльною здатністю панхроматичного каналу (тобто 15 м). В *SCP* застосовується перетворення Бровея, де перетворені значення кожного багатоспектрального каналу розраховуються як (Johnson, Tateishi and Hoan, 2012):

$$MSpan = MS * PAN / I$$

де I це Інтенсивність, яка є функцією багатоспектральних каналів.

Відповідно до декількох тестів, проведених з застосуванням *SCP*, для I визначено наступні вагові коефіцієнти. Для Landsat 8, Інтенсивність розраховується як:

$$I = (0.42 * Blue + 0.98 * Green + 0.6 * Red) / 2$$

Для Landsat 7, Інтенсивність розраховується як:

$$I = (0.42 * Blue + 0.98 * Green + 0.6 * Red + NIR) / 3$$

Спектральні індекси

Спектральні індекси це математичні дії між спектральними каналами спрямовані на отримання інформації про рослинний покрив (JARS, 1993). Один з найбільш популярних індексів це **вегетацийний індекс нормалізованої різниці** (англ. Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), що визначається як (JARS, 1993):

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Значення NDVI варіюють від -1 до 1. Густа та здорова рослинність демонструє вищі значення, а ділянки без рослинного покриття характеризуються низькими значеннями NDVI.



Fig. 14.4: Приклад знімка Landsat 8, який був підданий панхроматичному об'єднанню. Ліворуч первинні багатоспектральні канали (30 м); праворуч панхроматично об'єднані (15 м)

Дані доступні з Геологічної служби США

Інший індекс це **підсилений вегетаційний індекс** (англ. Enhanced Vegetation Index - EVI), який намагається враховувати атмосферні ефекти, такі як енергетична світність, відбита від атмосфери, розраховуючи різницю між синім та червоним каналами (Didan, et al., 2015). EVI визначається як:

$$EVI = G(NIR - Red) / (NIR + C_1 Red - C_2 Blue + L)$$

де: G масштабний коефіцієнт, C_1 та C_2 коефіцієнти атмосферних ефектів та L фактор для урахування диференційного NIR та червоного випромінювання через рослинний полог. Типові значення коефіцієнтів становлять: $G = 2.5$, $L = 1$, $C_1 = 6$, $C_2 = 7.5$ (Didan, et al., 2015).

Поняття контрольованої класифікації

В цьому розділі наведено основні поняття щодо контрольованої класифікації

Земельний покрив

Земельний покрив це матеріал на земній поверхні такий як ґрунт, рослинність, вода, асфальт тощо (Fisher and Unwin, 2005). Кількість та вид класів земельного покриття, що можуть бути ідентифіковані на знімку, можуть істотно різнитися залежно від вирізняльної здатності сенсора, .

Контрольована класифікація

Напіваавтоматична класифікація (також контрольована класифікація) це техніка обробки зображень, яка дозволяє визначити матеріали на знімку відповідно до їх спектральних сигнатур. Існує декілька видів алгоритмів класифікації, але головна мета це створення тематичної карти земельного покриття.

Обробка зображень та просторовий ГІС-аналіз потребують спеціалізованого програмного забезпечення такого як Semi-Automatic Classification Plugin для QGIS.

Навчальні області

Зазвичай, контрольована класифікація потребує, щоб користувач визначив одну або декілька областей інтересу (Regions of Interest - ROI або навчальних областей) для кожного класу земельного покриття, що визначається на знімку. **ROI** це полігони окреслені навколо однорідних ділянок зображення, що накладаються на пікселі, які належать до одного класу земельного покриття.

Алгоритм нарощування області

Алгоритм нарощування області дозволяє вибрати пікселі подібні до насінини з урахуванням **спектральної подібності** (тобто спектральної відстані) прилеглих пікселів. В *SCP* алгоритм нарощування області доступний для створення навчальних областей. Параметр **відстань** пов'язаний з подібністю значень пікселів (чим нижче значення, тим більш подібні вибрані пікселі) до насінини

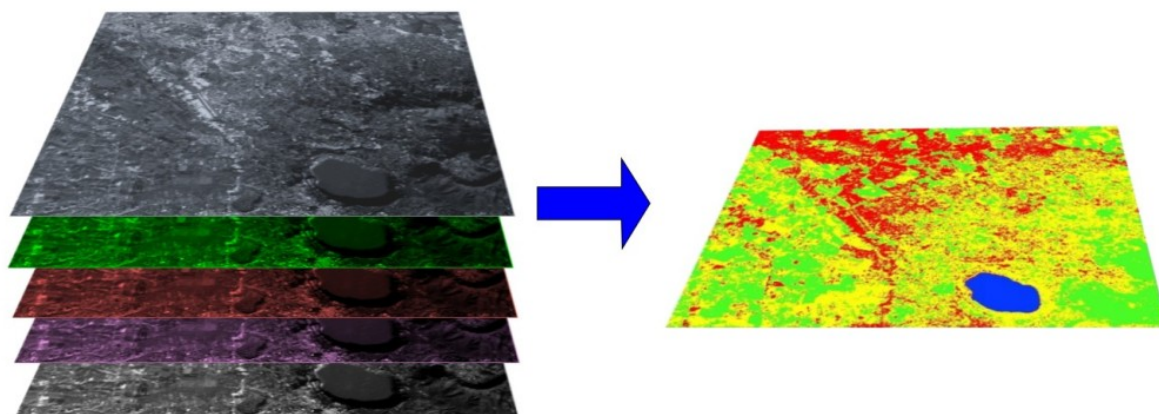


Fig. 15.1: Багатоспектральне зображення оброблене для створення класифікації земельного покриву

(Знімок Landsat надано USGS)

(вибраної клацанням на пікселі). Додатковий параметр це **максимальна ширина**, яка є довжиною сторони квадрата з центром в пікселі-насініні, до якого вписана навчальна область (якби всі пікселі мали одні і ті самі значення, то навчальна область також була б квадратною). **Мінімальний розмір** використовується в якості обмеження (поокремо для кожного каналу) при виборі пікселів, що є більш подібними до насінини, доки їх кількість не досягне принаймні мінімального розміру.

На рисунку *Приклад нарощування області* (page 156) центральний пісель використовується в якості насінини (а) для нарощування області одного каналу (b) з параметром спектральної відстані = 0.1; подібні пікселі вибираються для створення навчальної області (с та d).

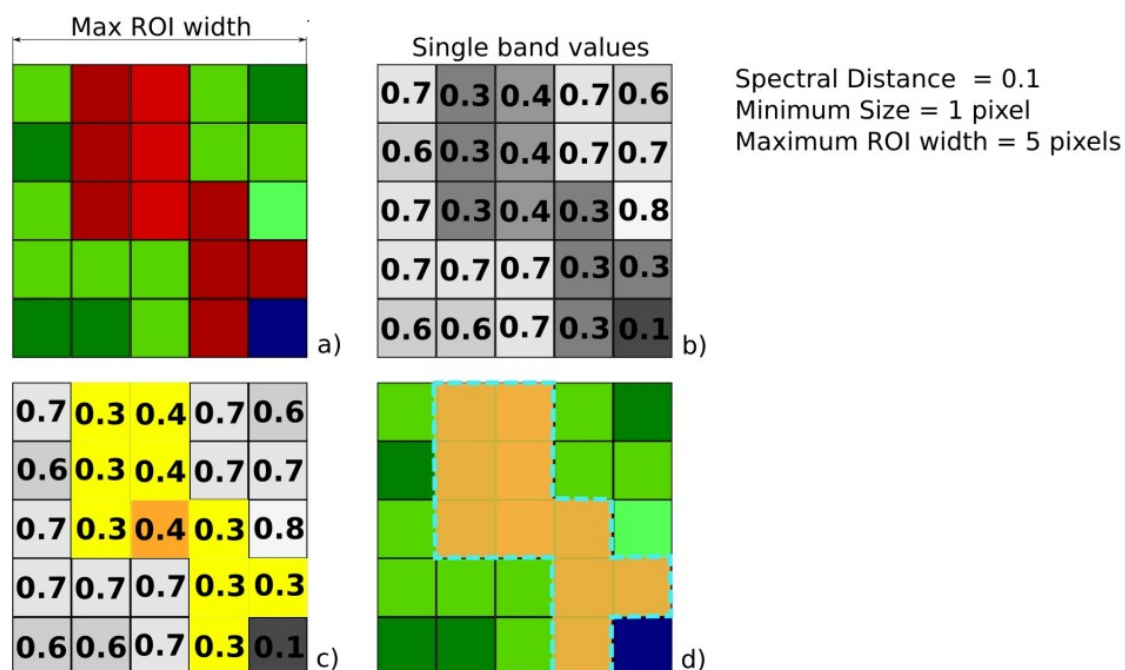


Fig. 15.2: Приклад нарощування області

Класи та макрокласи

Класи земельного покриття ідентифікуються за довільними кодами ID (тобто унікальними ідентифікаторами). SCP дозволяє призначати **ID макрокласу** (тобто MC ID) та **ID класу** (тобто C ID), які є кодами-ідентифікаторами класів земельного покриття. **Макроклас** це група ROI, що мають різні ID класу, які є зручними за необхідності класифікувати матеріали, що характеризуються різними спектральними сигнатурами, але належать до одного класу земельного покриття. Наприклад, можна віділити траву (ID класу = 1 та ID макрокласу = 1) та дерева (ID класу = 2 та ID макрокласу = 1) як клас рослинності (ID макрокласу = 1). Як показано в таблиці нижче, декілька ID класів можуть бути віднесені до одного і того самого ID макрокласу, але один і той самий ID класу не може бути віднесений до багатьох ID макрокласів.

Приклад макрокласів

Назва макрокласу	ID макрокласу	Назва класу	ID класу
Рослинність	1	Трава	1
Рослинність	1	Дерева	2
Забудова	2	Будівлі	3
Забудова	2	Дороги	4

Відтак, як показано на рис. *Приклад макрокласу* (page 157), класи є підмножинами макрокласу.

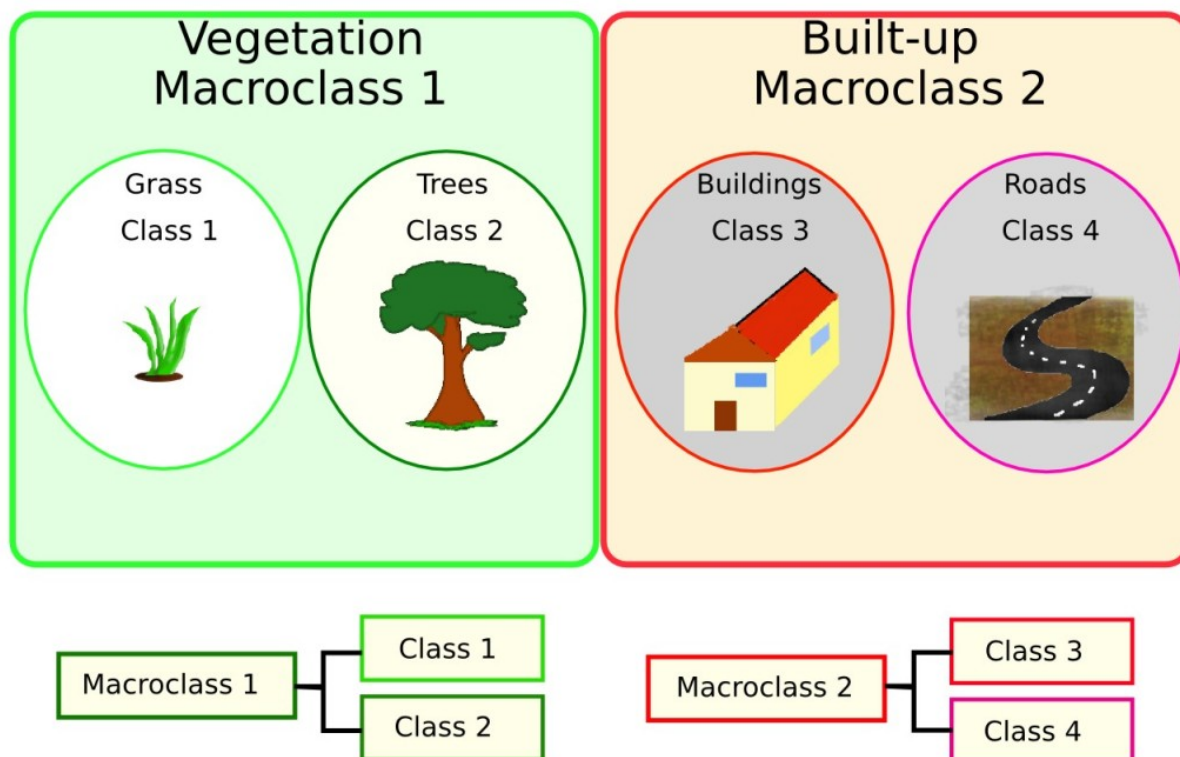


Fig. 15.3: *Приклад макрокласу*

Якщо цілі дослідження не вимагають використання макрокласу, тоді один і той самий ID макрокласу може бути призначений всім ROI (наприклад, ID макрокласу = 1) та значення макрокласу не братимуться до уваги в процесі класифікації.

Алгоритми класифікації

Спектральні сигнатури (спектральні характеристики) визначених класів земельного покриття розраховуються з урахуванням значень пікселів кожної ROI, що має той самий ID класу (або ID макрокласу). Відтак, алгоритм класифікації класифікує все зображення шляхом співставлення спектральних характеристик кожного пікселя з спектральними характеристиками визначених класів земельного покриття. *SCP* здатний реалізовувати наступні алгоритми класифікації.

Мінімальної відстані

Алгоритм мінімальної відстані розраховує Евклідову відстань $d(x, y)$ між спектральними сигнатурами пікселів зображення та навчальними спектральними сигнатурами за наступною формулою:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

де:

- x = вектор спектральної сигнатури пікселя зображення;
- y = вектор спектральної сигнатури навчальної області;
- n = кількість каналів знімка.

Відтак, відстань розраховується для кожного пікселя на знімку з присвоєнням класу найближчої спектральної сигнатури відповідно до наступної дискримінантної функції (з змінами за Richards and Jia, 2006):

$$x \in C_k \iff d(x, y_k) < d(x, y_j) \forall k \neq j$$

де:

- C_k = клас земельного покриття k ;
- y_k = спектральна сигнатура класу k ;
- y_j = спектральна сигнатура класу j .

Є можливість визначення порогової величини T_i з метою виключення з класифікації пікселів, що знаходяться нижче цього значення:

$$x \in C_k \iff d(x, y_k) < d(x, y_j) \forall k \neq j \\ \text{and} \\ d(x, y_k) < T_i$$

Максимальної вірогідності

Алгоритм максимальної вірогідності розраховує розподіл імовірностей для класів за Беєсовою теоремою, оцінюючи належність пікселя до класу земельного покриття. Зокрема, передбачається, що розподіл імовірностей для класів характеризується формою багатовимірних нормальних моделей (Richards & Jia, 2006). Для того, щоб застосовувати цей алгоритм, для кожної навчальної області необхідна кількість пікселів достатня для розрахунку матриці коваріації. Дискримінантна функція, наведена Richards and Jia (2006), розраховується для кожного пікселя як:

$$g_k(x) = \ln p(C_k) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (x - y_k)^t \Sigma_k^{-1} (x - y_k)$$

де:

- C_k = клас земельного покриття k ;
- x = вектор спектральної сигнатури пікселя зображення;

- $p(C_k)$ = імовірність, що вірний клас це C_k ;
- $|\Sigma_k|$ = визначник матриці коваріації даних в класі C_k ;
- Σ_k^{-1} = обернена матриця коваріації;
- y_k = вектор спектральної сигнатури класу k .

Таким чином:

$$x \in C_k \iff g_k(x) > g_j(x) \forall k \neq j$$

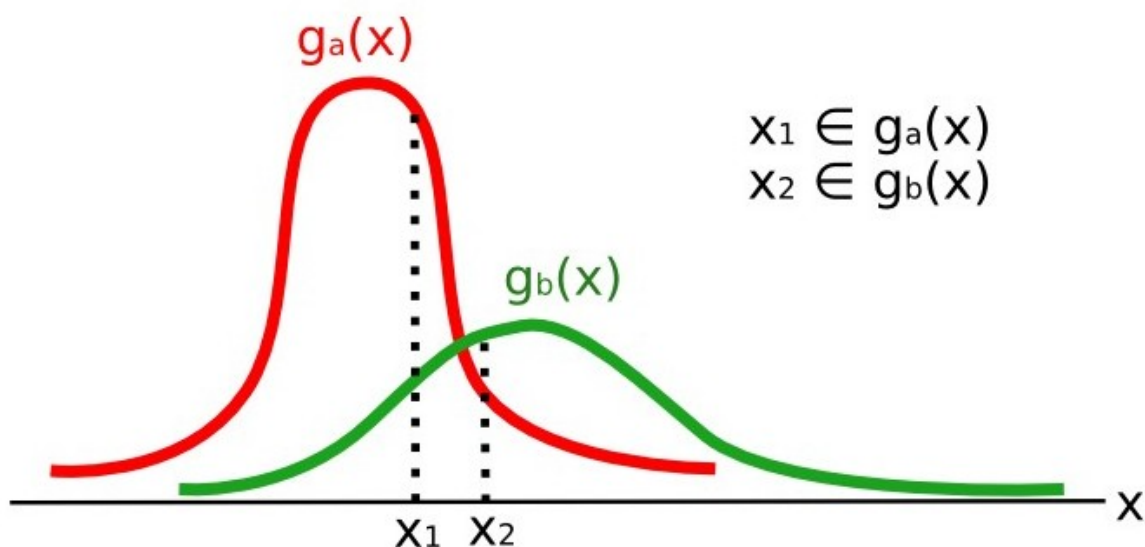


Fig. 15.4: Приклад максимальної вірогідності

Також є можливість визначення порогової величини дискримінантної функції з метою виключення з класифікації пікселів, що знаходяться нижче цього значення. З урахуванням порогової величини T_i умова класифікації набуває вигляду:

$$x \in C_k \iff g_k(x) > g_j(x) \forall k \neq j$$

and

$$g_k(x) > T_i$$

Класифікація за алгоритмом максимальної вірогідності є однією з найбільш поширених контрольованих класифікацій, однак процес класифікації може бути повільнішим порівняно з *Мінімальною відстані* (page 158).

Картографування спектрального кута

Алгоритм картографування спектрального кута розраховує спектральний кут між спектральними сигнатурами пікселів зображення та навчальними спектральними сигнатурами. Спектральний кут θ визначається як (Kruse et al., 1993):

$$\theta(x, y) = \cos^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i^2)^{\frac{1}{2}} * (\sum_{i=1}^n y_i^2)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

Де:

- x = вектор спектральної сигнатури пікселя зображення;
- y = вектор спектральної сигнатури навчальної області;
- n = кількість каналів знімка.

Відтак піксель належить до класу, що має найменший кут, тобто:

$$x \in C_k \iff \theta(x, y_k) < \theta(x, y_j) \forall k \neq j$$

де:

- C_k = клас земельного покриття k ;
- y_k = спектральна сигнатура класу k ;
- y_j = спектральна сигнатура класу j .

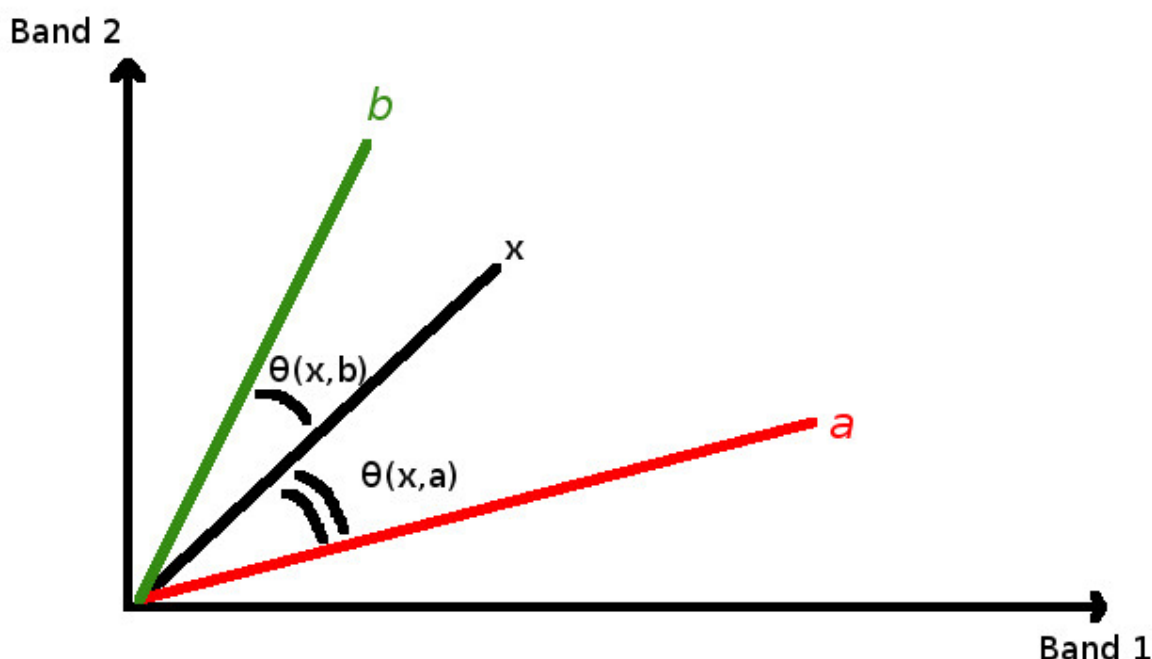


Fig. 15.5: Приклад картографування спектрального кута

З метою виключення з класифікації пікселів нижче цього значення можливо призначити порогову величину T_i :

$$x \in C_k \iff \theta(x, y_k) < \theta(x, y_j) \forall k \neq j$$

and

$$\theta(x, y_k) < T_i$$

Алгоритм картографування спектрального кута широко застосовується, особливо з гіперспектральними даними.

Класифікація паралелепіеда

Класифікація паралелепіеда це алгоритм, який враховує діапазон значень для кожного каналу, формуючи багатовимірний паралелепіпед, що визначає клас земельного покриття. Піксель відноситься до класу, якщо його значення знаходяться всередині паралелепіеда. Одним з основних обмежень є те, що пікселі, сигнатури яких знаходяться в областях перекриття двох або більше паралелепіпедів, не можуть бути класифіковані (Richards and Jia, 2006).

Класифікація сигнатур земного покриття

У SCP доступна *Класифікація сигнатур земельного покриття* (див. *Класифікація сигнатур земельного покриття* (page 46)). Ця класифікація дозволяє визначати спектральні порогові величини для кожної сигнатури вхідних навчальних даних (мінімальне та максимальне значення для кожного каналу). Порогові величини для кожної сигнатури вхідних навчальних даних визначають область, що належить до певного класу земельного покриття.

Спектральні сигнатури пікселів зображення порівнюються з спектральними навчальними сигнатурами; піксель належить до класу X , якщо його спектральна сигнатура повністю міститься в спектральній області, що визначається класом X . У випадку, якщо пікселі потрапляють до області перекриття або поза межі будь-якої спектральної області, є можливість застосувати додаткові алгоритми класифікації (наприклад, *Мінімальної відстані* (page 158), *Максимальної вірогідності* (page 158), *Картографування спектрального кута* (page 159)) з урахуванням спектральних характеристик первинних вхідних сигнатур.

Рисунок нижче схематично ілюструє *Класифікація сигнатур земельного покриття* для простого випадку двох спектральних каналів x та y . Визначені користувачем спектральні області означають три класи (g_a , g_b та g_c). Точка p_1 належить до класу g_a , а точка p_2 - до класу g_b . Однак точка p_3 потрапляє всередину спектральних областей обох класів g_b та g_c (області, що перекриваються); в такому випадку точка p_3 залишиться неklasифікованою або буде класифікована за додатковим алгоритмом класифікації. Точка p_4 знаходиться поза межами будь-якої спектральної області, тому вона залишиться неklasифікованою або буде класифікована за додатковим алгоритмом класифікації. За умови, що точка p_4 належить до класу g_c , спектральна область може бути розширена, щоб включити точку p_4 .

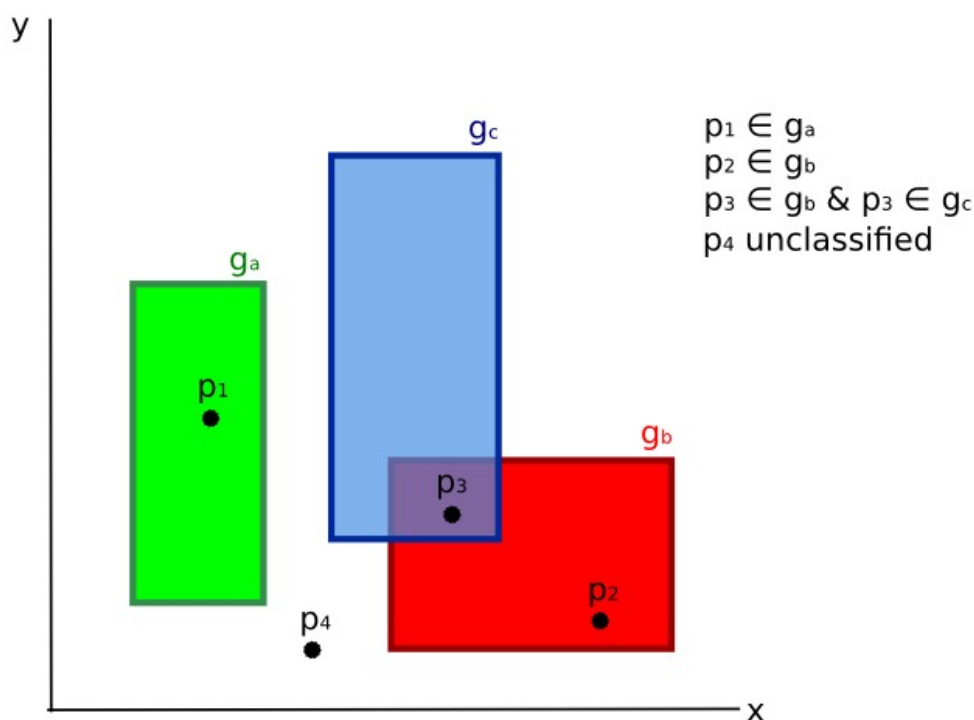


Fig. 15.6: Класифікація сигнатур земельного покриття

Це є подібним до *Класифікація паралелепіпеда* (page 160), за виключенням того, що спектральні області визначаються користувачем і їх верхній та нижній ліміти можуть бути призначені незалежно. Спектральні області можна уявити як набір спектральних сигнатур всіх пікселів, що належать до одного класу.

На рисунку *Графік спектральних діапазонів* (page 162) показано спектральні діапазони трьох класів (g_a , g_b та g_c); кольорові лінії всередині діапазонів (тобто напівпрозорі області) представляють

спектральні сигнатури пікселів, що визначають верхній та нижній ліміти відповідних діапазонів. Піксель p_1 (крапкова лінія) належить до класу g_b тому що його спектральна сигнатура знаходиться повністю всередині діапазону класу g_b (у верхньому ліміті); піксель p_2 (пунктирна лінія) не класифікований, тому що його спектральна сигнатура не входить повністю до жодного діапазону; піксель p_3 (крапкова лінія) належить до класу g_a .

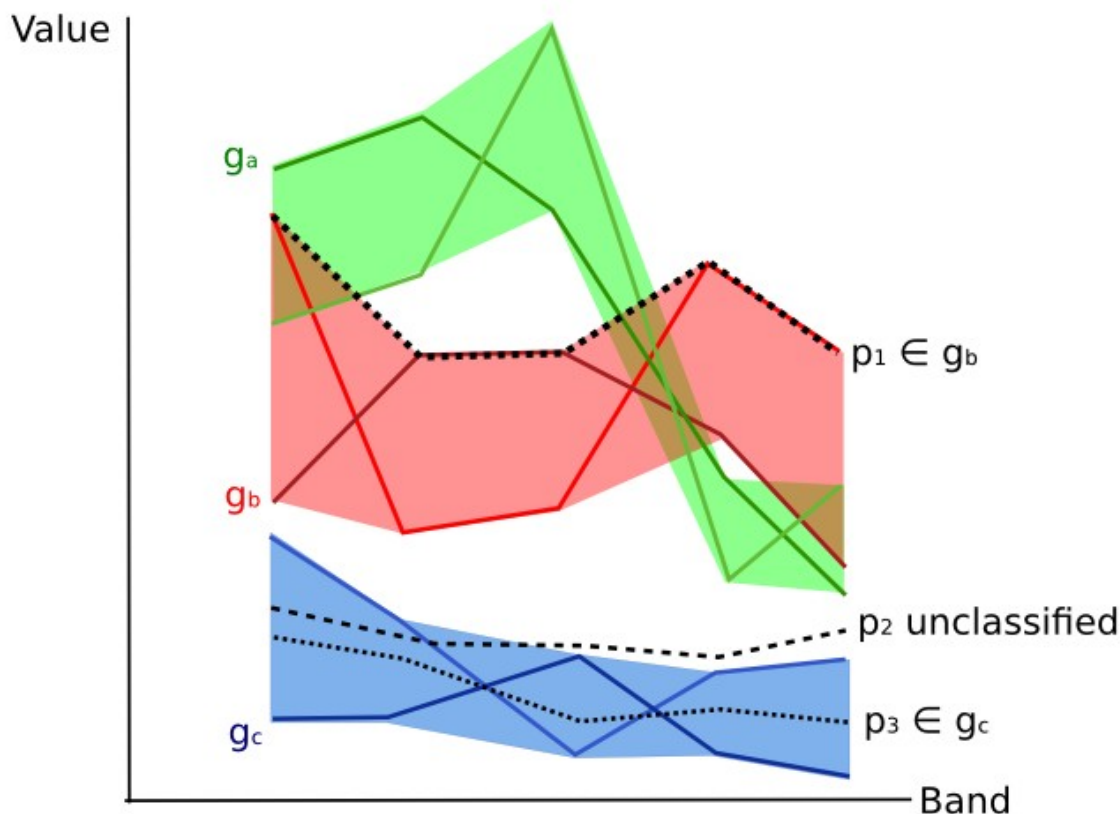


Fig. 15.7: Графік спектральних діапазонів

Варто зазначити, що ці спектральні порогові величини можуть бути застосовані до будь-якої сигнатури, безвідносно її спектральних характеристик; ця функція може бути дуже корисною для відокремлення подібних спектральних сигнатур, що відрізняються лише в одному каналі, з визначенням порогових величин, які включають або виключають конкретні сигнатури. Фактично, класи відокремлюються коректно якщо їх спектральні області не перекриваються принаймні в одному каналі. Звичайно, навіть за наявності перекриття спектральних областей є можливість, що жоден піксель не потрапить до області перекриття і не буде невірно класифікований; верхній (або нижній) ліміт області не передбачає існування на зображенні будь-якої спектральної сигнатури, що має максимальне (або мінімальне) значення діапазону за всіма каналами (наприклад піксель `math:p_1` рисунка *Графік спектральних діапазонів* (page 162) не міг би існувати).

Однією з головних переваг *Класифікації сигнатур земельних покривів* є можливість вибору пікселів та включення їх сигнатур до спектрального діапазону; відтак, класифікація повинна бути безпосереднім представленням класу, що очікується для кожної спектральної сигнатури. Це дуже доречно для класифікації єдиного класу земельного покриву (визначеного за специфічними спектральними пороговими величинами) та залишає некласифікованою іншу частину зображення, яка не представляє інтересу для цілей класифікації.

Растр алгоритму

Растр алгоритму представляє “відстань” (відповідно до визначення алгоритму класифікації) пікселя зображення до певної спектральної сигнатури.

Здебільшого растр алгоритму створюється для кожної спектральної сигнатури, використаної в якості навчальних входових даних. Значення кожного пікселя це результат розрахунків алгоритму для конкретної спектральної сигнатури. Відтак, піксель належить до класу X якщо значення растра алгоритму, що відповідає класу X є найнижчим у випадку *Мінімальної відстані* (page 158) або *Картографування спектрального кута* (page 159) (або найвищим у випадку *Максимальної вірогідності* (page 158)).

Залежно від класифікації може бути зроблена комбінація растрів алгоритму, щоб створити растр найменших “відстаней” (тобто пікселі мають значення растра алгоритму, що співвідноситься з класом до якого вони належать за класифікацією). Таким чином, цей растр може бути корисним для визначення пікселів, що потребують додаткового збору подібних спектральних сигнатур (див. *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35)).

Спектральна відстань

Для того, щоб оцінити, чи подібні класи настільки, що це може призвести до помилок класифікації, доцільно оцінювати спектральну відстань (або відокремність) між навчальними сигнатурами та пікселями. В *SCP* реалізовано наступні алгоритми для оцінки подібності спектральних сигнатур.

Відстань Джефріса-Мацусіти

Відстань Джефріса-Мацусіти розраховує відокремність двох розподілів імовірностей. Це може бути особливо змістовно для оцінювання результатів класифікацій *Максимальної вірогідності* (page 158).

Відстань Джефріса-Мацусіти J_{xy} розраховується як (Richards and Jia, 2006):

$$J_{xy} = 2 \left(1 - e^{-B} \right)$$

де:

$$B = \frac{1}{8} (x - y)^t \left(\frac{\Sigma_x + \Sigma_y}{2} \right)^{-1} (x - y) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{|\frac{\Sigma_x + \Sigma_y}{2}|}{|\Sigma_x|^{\frac{1}{2}} |\Sigma_y|^{\frac{1}{2}}} \right)$$

де:

- x = вектор першої спектральної сигнатури;
- y = вектор другої спектральної сигнатури;
- Σ_x = матриця коваріації вибірки x ;
- Σ_y = матриця коваріації вибірки y ;

Відстань Джефріса-Мацусіти асимптотна до 2, коли сигнатури абсолютно різні, і наближається до 0, коли сигнатури ідентичні.

Спектральний кут

Спектральний кут найбільш придатний для оцінки алгоритму *Картографування спектрального кута* (page 159). Спектральний кут θ визначається як (Kruse et al., 1993):

$$\theta(x, y) = \cos^{-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} * \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 \right)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

Де:

- x = вектор спектральної сигнатури пікселя зображення;
- y = вектор спектральної сигнатури навчальної області;

- n = кількість каналів знімка.

Спектральний кут іде від 0, коли сигнатури ідентичні, до 90, коли сигнатури абсолютно різні.

Евклідова відстань

Евклідова відстань особливо корисна для оцінювання результатів класифікацій *Мінімальної відстані* (page 158). Фактично відстань визначається як:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

де:

- x = вектор першої спектральної сигнатури;
- y = вектор другої спектральної сигнатури;
- n = кількість каналів знімка.

Евклідова відстань дорівнює 0 якщо сигнатури ідентичні і зростає із зростанням спектральної відстані між сигнатурами.

Подібність Брея-Кертиса

Подібність Брея-Кертиса це статистика, що використовується для оцінювання спорідненості між двома вибірками ([читайте](#)). Вона корисна загалом для оцінки подібності спектральних сигнатур, подібність Брея-Кертиса $S(x, y)$ розраховується як:

$$S(x, y) = 100 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n |(x_i - y_i)|}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i} \right) * 100$$

де:

- x = вектор першої спектральної сигнатури;
- y = вектор другої спектральної сигнатури;
- n = кількість каналів знімка.

Подібність Брея-Кертиса розраховується у відсотках і змінюється від 0, коли сигнатури абсолютно різні, до 100, коли спектральні сигнатури ідентичні.

Результат класифікації

Результатом процесу класифікації є растр (дивіться приклад класифікації Landsat на рисунку *Класифікація Landsat* (page 164)), де значення пікселів співвідносяться з унікальними ідентифікаторами класів і кожний колір представляє клас земельного покриття.

Певна кількість помилок може таплитись в класифікації земельного покриття (тобто пікселі віднесені до помилкового класу земельного покриття) через спектральну подібність класів або невірне визначення класу під час збору ROI.

Оцінка точності

Після процесу класифікації доцільно оцінити точність класифікації земельного покриття з метою ідентифікації та вимірювання похибок карти. Зазвичай **оцінка точності** виконується з розрахунком матриці похибок, яка є таблицею, що порівнює інформацію карти з контрольними даними

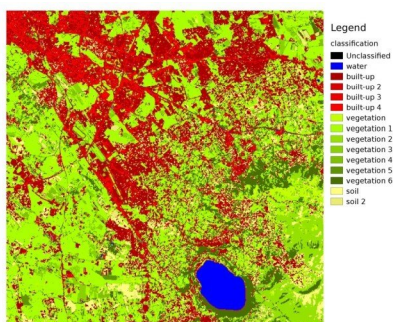


Fig. 15.8: Класифікація Landsat
Дані доступні з Геологічної служби США

(тобто з даними підсупутникових спостережень) для певної кількості пробних ділянок (Congalton and Green, 2009)..

Наступна таблиця схематично зображує матрицю похибок, де k це число класів, що ідентифікуються в класифікації земельного покриття, а n це загальна кількість зібраних елементів вибірки. Елементи основної діагоналі (a_{ii}) це кількість вірно ідентифікованих елементів, а інші елементи являють собою похибку класифікації.

Схема матриці похибок

	Підсупутникове спостереження 1	Підсупутникове спостереження 2	...	Підсупутникове спостереження k	Сума
Клас 1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1k}	a_{1+}
Клас 2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2k}	a_{2+}
...
Клас k	a_{k1}	a_{k2}	...	a_{kk}	a_{k+}
Сума	a_{+1}	a_{+2}	...	a_{+k}	n

Відтак, можливо розрахувати загальну точність як відношення кількості елементів, що класифіковані вірно (сума основної діагоналі), до загальної кількості елементів вибірки n (Congalton and Green, 2009).

Для отримання подальшої інформації вільно доступна наступна документація: [Landsat 7 Science Data User's Handbook](#), [Remote Sensing Note](#) або [Wikipedia](#).

Перерахунок знімка у значення відбивальності

В цьому розділі наведено інформацію щодо способу перерахунку у значення відбивальності, реалізованому у *SCP*.

Енергетична світність на апертурі сенсора

Енергетична світність це “потік енергії (переважно випромінної або надхідної) на одиницю просторового кута поверхні, що залишає одиницю площі поверхні в заданому напрямку”, “Енергетична світність вимірюється сенсором та певною мірою залежить від відбивальності” (NASA, 2011, р. 47).

Знімки, такі як Landsat або Sentinel-2, складаються з декількох каналів та файлу метаданих, який містить інформацію необхідну для перерахунку у значення відбивальності.

Знімки Landsat постачаються у попередньо змасштабованих значеннях енергетичної світності. Для знімків Landsat **спектральна густина енергетичної світності на апертурі сенсора** (L_λ , яка вимірюється у $[Вт/(м\ кв. * стерадіан * \mu m)]$), визначається за (https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php):

$$L_\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L$$

де:

- M_L = залежний від каналу множильний коефіцієнт перемасштабовування з метаданих Landsat (RADIANCE_MULT_BAND_x, де x це номер каналу)
- A_L = залежний від каналу адитивний коефіцієнт перемасштабовування з метаданих Landsat (RADIANCE_ADD_BAND_x, де x це номер каналу)
- Q_{cal} = дискретизовані та калібровані значення пікселів стандартного продукту (DN)

Знімки Sentinel-2 (Level-1C) постачаються вже попередньо змасштабованими у *Відбивальність на поверхні атмосфери (TOA)* (page 167) (ESA, 2015).

Відбивальність на поверхні атмосфери (TOA)

Знімки у значеннях енергетичної світності можуть бути перераховані у відбивальність на поверхні атмосфери (TOA) (комбіновану відбивальність земної поверхні та атмосфери) з метою зменшення

мінливості між сценами шляхом нормування значень енергетичної освітленості сонцевим промінням. Відбивальність TOA (ρ_p), яка є безрозмірним відношенням відбитої до загальної потужності енергії (NASA, 2011), розраховується як:

$$\rho_p = (\pi * L_\lambda * d^2) / (ESUN_\lambda * \cos\theta_s)$$

де:

- L_λ = спектральна густина енергетичної світності на апертурі сенсора (енергетична світність на супутнику)
- d = відстань між Землею та Сонцем в астрономічних одиницях (постачається з файлом метаданих Landsat 8, також можна скористатись файлом Excel, доступним з http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/excel_docs/d.xls)
- $ESUN_\lambda$ = середня екзоатмосферна енергетична освітленість сонцевим промінням
- θ_s = сонцевий зенітний кут в градусах, який дорівнює $\theta_s = 90^\circ - \theta_e$, де θ_e це висота Сонця

Варто зауважити, що дані Landsat 8 постачаються з залежними від каналу коефіцієнтами перемасштабовування, які дозволяють здійснювати безпосереднє перерахування з DN до відбивальності TOA.

Знімки Sentinel-2 постачаються у вже змасштабованих значеннях відбивальності TOA, які можуть бути перераховані до відбивальності TOA за допомогою простого перерахунку з застосуванням значення квантифікації, наведеного в метаданих (див. https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_MSI_Product_Specification.pdf).

Відбивальність поверхні

Для вимірювання відбивальності на земній поверхні повинен бути врахований вплив атмосфери (тобто збурення відбивальності, яке залежить від довжини хвилі).

Відповідно до Moran et al. (1992), **відбивальність земної поверхні** (ρ) це:

$$\rho = [\pi * (L_\lambda - L_p) * d^2] / [T_v * ((ESUN_\lambda * \cos\theta_s * T_z) + E_{down})]$$

де:

- L_p енергетична світність, відбита від атмосфери
- T_v пропусальна здатність атмосфери в напрямку огляду
- T_z пропусальна здатність атмосфери в напрямку освітлення
- E_{down} низхідна енергетична освітленість розсіяним промінням

Таким чином, для розрахунку ρ необхідно провести декілька атмосферних вимірювань (з метою отримання поправок на підставі абсолютних фізичних величин). В якості альтернативи можна скористатись **відносними техніками на основі знімка**, які не передбачають проведення позалабораторних вимірювань під час отримання знімка. Варто зазначити, що для даних Landsat 8 доступні **Surface Reflectance High Level Data Products** (для більш докладної інформації читайте http://landsat.usgs.gov/CDR_LSR.php).

Корекція DOS1

Віднімання темного об'єкта (англ. Dark Object Subtraction - DOS) це група відносних методів атмосферної корекції. Chavez (1996) пояснює "основою є припущення, що деякі пікселі зображення повністю затінені і їх енергетична світність, що отримується сенсором, представлена атмосферним розсіюванням (енергетична світність, відбита від атмосфери). Це припущення поєднується з фактом, що лише незначна кількість об'єктів на поверхні Землі є абсолютно чорними, отже припущення мінімальної відбивальності на рівні 1% краще за 0%". Варто зауважити, що точність відносних

технік корекції загалом нижча за точність абсолютних, що ґрунтуються на реальних фізичних величинах. Тим не менше, вони можуть бути корисними за відсутності доступних атмосферних вимірювань, оскільки можуть покращити оцінку відбивальності земної поверхні. **Енергетична світність, відбита від атмосфери** за (Sobrino, et al., 2004):

$$L_p = L_{min} - L_{DO1\%}$$

де:

- L_{min} = “енергетична світність, що співвідноситься з дискретним значенням, для якого сума всіх пікселів з меншими або рівними значеннями становить 0.01% від загальної кількості пікселів всього зображення” (Sobrino, et al., 2004, р. 437), отже отримана на підставі цього дискретного значення енергетична світність (DN_{min})
- $L_{DO1\%}$ = енергетична світність темного об’єкта, що за припущенням має значення відбивальності 0.01

Зокрема для знімків Landsat:

$$L_{min} = M_L * DN_{min} + A_L$$

Знімки Sentinel-2 перераховуються у значення енергетичної світності до проведення розрахунків DOS1.

Енергетична світність темного об’єкта за (Sobrino, et al., 2004):

$$L_{DO1\%} = 0.01 * [(ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s * T_z) + E_{down}] * T_v / (\pi * d^2)$$

Таким чином, **енергетична світність, відбита від атмосфери**, становить:

$$L_p = M_L * DN_{min} + A_L - 0.01 * [(ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s * T_z) + E_{down}] * T_v / (\pi * d^2)$$

Існує декілька технік DOS (зокрема DOS1, DOS2, DOS3, DOS4), що ґрунтуються на різних припущеннях щодо T_v , T_z та E_{down} . Найпростішим методом є **DOS1**, який виходить з наступних припущень (Moran et al., 1992):

- $T_v = 1$
- $T_z = 1$
- $E_{down} = 0$

Таким чином, **енергетична світність, відбита від атмосфери**, становить:

$$L_p = M_L * DN_{min} + A_L - 0.01 * ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s / (\pi * d^2)$$

Результуюча **відбивальність земної поверхні** визначається за:

$$\rho = [\pi * (L_{\lambda} - L_p) * d^2] / (ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s)$$

В наступній таблиці наведено значення $ESUN$ [W / (m² * μm)] для сенсорів Landsat.

Значення $ESUN$ для каналів Landsat

Ка- нал	Landsat 1 MSS*	Landsat 2 MSS*	Landsat 3 MSS*	Landsat 4 TM*	Landsat 5 TM*	Landsat 7 ETM+**
1				1983	1983	1970
2				1795	1796	1842
3				1539	1536	1547
4	1823	1829	1839	1028	1031	1044
5	1559	1539	1555	219.8	220	225.7
6	1276	1268	1291			
7	880.1	886.6	887.9	83.49	83.44	82.06
8						1369

* за Chander, Markham, & Helder (2009)

** за http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html

Для **Landsat 8**, *ESUN* може бути розрахована як (за <http://grass.osgeo.org/grass65/manuals/i.landsat.toar.html>):

$$ESUN = (\pi * d^2) * RADIANCE_MAXIMUM / REFLECTANCE_MAXIMUM$$

де значення *RADIANCE_MAXIMUM* та *REFLECTANCE_MAXIMUM* наведені в метаданих знімка.

Значення *ESUN* [$W / (m^2 * \mu m)$] для сенсора **Sentinel-2** (наведені в метаданих знімка) містяться в наступній таблиці.

Значення ESUN для каналів Sentinel-2

Канал	Sentinel-2
1	1913.57
2	1941.63
3	1822.61
4	1512.79
5	1425.56
6	1288.32
7	1163.19
8	1036.39
8A	955.19
9	813.04
10	367.15
11	245.59
12	85.25

Значення *ESUN* [$W / (m^2 * \mu m)$] для сенсора **ASTER** наведено в наступній таблиці (за Finn, et al., 2012).

Значення ESUN для каналів ASTER

Канал	ASTER
1	1848
2	1549
3	1114
4	225.4
5	86.63
6	81.85
7	74.85
8	66.49
9	59.85

Приклад порівняння відбивальності TOA, DOS1 скоригованої відбивальності та Landsat Surface Reflectance High Level Data Products (підсупутникове спостереження) наведено на Рисунку *Спектральні сигнатури пікселя забудови* (page 171).

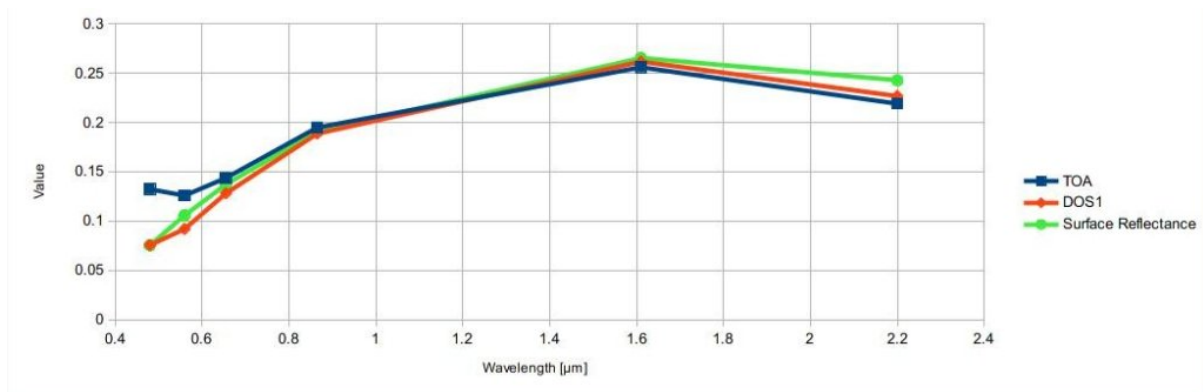


Fig. 16.1: *Спектральні сигнатури пікселя забудови*
Порівняння відбивальності TOA, DOS1 скоригованої відбивальності та Landsat Surface Reflectance
High Level Data Products

Перерахунок у температуру

В цьому розділі наведено основну інформацію щодо способу перерахунку у **яскравісну температуру на супутнику**, реалізованому у *SCP* та оцінки **температури земної поверхні**.

Перерахунок у яскравісну температуру на супутнику

Для термальних каналів перерахунок DN в яскравісну температуру на супутнику відбувається за виразом (за https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php):

$$T_B = K_2 / \ln[(K_1 / L_\lambda) + 1]$$

де:

- K_1 = залежна від каналу стала термального перерахунку (Вт/м кв. *стерадіан * μm)
- K_2 = залежна від каналу стала термального перерахунку (Кельвін)

та L_λ спектральна густина енергетичної світності на апертурі сенсора, що вимірюється у Вт/(м кв. *стерадіан * μm).

Сталі K_1 та K_2 для сенсорів Landsat наведено в наступній таблиці.

Сталі термального перерахунку для Landsat

Стала	Landsat 4*	Landsat 5*	Landsat 7**
K_1	671.62	607.76	666.09
K_2	1284.30	1260.56	1282.71

* за Chander & Markham (2003)

** за NASA (2011)

Для **Landsat 8** значення K_1 та K_2 наводяться в файлі метаданих знімка.

K_1 та K_2 розраховуються як (Jimenez-Munoz & Sobrino, 2010):

$$K_1 = c_1 / \lambda^5$$

$$K_2 = c_2 / \lambda$$

де (Mohr, Newell, & Taylor, 2015):

- c_1 = перша стала випромінювання = $1.191 * 10^{-16} W m^2 sr^{-1}$
- c_2 = друга стала випромінювання = $1.4388 * 10^{-2} mK$

Таким чином, для каналів ASTER K_1 та K_2 наведено в наступній таблиці.

Сталі термального перерахунку для ASTER

Стала	Канал 10	Канал 11	Канал 12	Канал 13	Канал 14
K_1	$3.024 * 10^3$	$2.460 * 10^3$	$1.909 * 10^3$	$8.900 * 10^2$	$6.464 * 10^2$
K_2	$1.733 * 10^3$	$1.663 * 10^3$	$1.581 * 10^3$	$1.357 * 10^3$	$1.273 * 10^3$

Оцінювання температури земної поверхні

Декілька досліджень описують оцінювання температури земної поверхні. Температура земної поверхні може бути розрахована на основі яскравісної температури на супутнику T_B як (Weng, et al. 2004):

$$T = T_B / [1 + (\lambda * T_B / c_2) * \ln(e)]$$

де:

- λ = довжина хвилі випроміненої енергетичної світності
- $c_2 = h * c / s = 1.4388 * 10^{-2} \text{ м К}$
- h = стала Планка = $6.626 * 10^{-34} \text{ Дж с}$
- s = стала Больцмана = $1.38 * 10^{-23} \text{ Дж/К}$
- c = швидкість світла = $2.998 * 10^8 \text{ м/с}$

Значення λ для термальних каналів супутників Landsat та ASTER можуть бути розраховані з таблиць в *Супутник Landsat* (page 148) та *Супутник ASTER* (page 150).

Декілька досліджень використовували NDVI для оцінювання випромінювання земної поверхні (Sobri-
no, et al., 2004); інші дослідження застосовували класифікацію земельного покриття для визначення
випромінювання земної поверхні для кожного класу (Weng, et al. 2004). Наприклад, значення випро-
мінності (e) різних класів земельного покриття наведено в наступній таблиці (за Mallick, et al. 2012).

Значення випромінювання

Тип земної поверхні	Випромінювання e
Ґрунт	0.928
Трава	0.982
Асфальт	0.942
Бетон	0.937

Перелік посилань

- Chander, G. & Markham, B. 2003. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 41, 2674 - 2677
- Chavez, P. S. 1996. Image-Based Atmospheric Corrections - Revisited and Improved Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, [Falls Church, Va.] American Society of Photogrammetry, 62, 1025-1036
- Congalton, R. and Green, K., 2009. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. Boca Raton, FL: CRC Press
- Didan, K.; Barreto Munoz, A.; Solano, R. & Huete, A. 2015. MODIS Vegetation Index User's Guide. Collection 6, NASA
- ESA, 2015. Sentinel-2 User Handbook. Режим доступу: https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook
- Finn, M.P., Reed, M.D, and Yamamoto, K.H. 2012. A Straight Forward Guide for Processing Radiance and Reflectance for EO-1 ALI, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, and ASTER. Неопублікований звіт від USGS/Center of Excellence for Geospatial Information Science, 8 p, http://cegis.usgs.gov/soil_moisture/pdf/A%20Straight%20Forward%20guide%20for%20Processing%20Radiance%20and%20Reflectance_V_24Jul12.pdf
- Fisher, P. F. and Unwin, D. J., eds. 2005. Representing GIS. Chichester, England: John Wiley & Sons
- JARS, 1993. Remote Sensing Note. Japan Association on Remote Sensing. Режим доступу: http://www.jars1974.net/pdf/rsnote_e.html
- Jimenez-Munoz, J. C. & Sobrino, J. A. 2010. A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 7, 176-179
- Johnson, B. A., Tateishi, R. and Hoan, N. T., 2012. Satellite Image Pansharpening Using a Hybrid Approach for Object-Based Image Analysis ISPRS International Journal of Geo-Information, 1, 228. Режим доступу: <http://www.mdpi.com/2220-9964/1/3/228>
- Kruse, F. A., et al., 1993. The Spectral Image Processing System (SIPS) - Interactive Visualization and Analysis of Imaging spectrometer. Data Remote Sensing of Environment
- Mallick, J.; Singh, C. K.; Shashtri, S.; Rahman, A. & Mukherjee, S. 2012. Land surface emissivity retrieval based on moisture index from LANDSAT TM satellite data over heterogeneous surfaces

of Delhi city International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 19, 348 - 358

- Mohr, P. J.; Newell, D. B. & Taylor, B. N. 2015. CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2014 National Institute of Standards and Technology, Committee on Data for Science and Technology
- Moran, M.; Jackson, R.; Slater, P. & Teillet, P. 1992. Evaluation of simplified procedures for retrieval of land surface reflectance factors from satellite sensor output Remote Sensing of Environment, 41, 169-184
- NASA (Ed.) 2011. Landsat 7 Science Data Users Handbook Landsat Project Science Office at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt, 186 http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf
- NASA, 2013. Landsat 7 Science Data User's Handbook. Режим доступу: <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>
- Ready, P. and Wintz, P., 1973. Information Extraction, SNR Improvement, and Data Compression in Multispectral Imagery. IEEE Transactions on Communications, 21, 1123-1131
- Richards, J. A. and Jia, X., 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Berlin, Germany: Springer.
- Sobrino, J.; Jiménez-Muñoz, J. C. & Paolini, L. 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5 Remote Sensing of Environment, Elsevier, 90, 434-440
- USGS, 2015. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Level 1 Precision Terrain Corrected Registered At-Sensor Radiance Product (AST_L1T). AST_L1T Product User's Guide. USGS EROS Data Center.
- Vermote, E. F.; Roger, J. C. & Ray, J. P. 2015. MODIS Surface Reflectance User's Guide. Collection 6, NASA
- Weng, Q.; Lu, D. & Schubring, J. 2004. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, Elsevier Science Inc., Box 882 New York NY 10159 USA, 89, 467-483

Частина V

Базові навчальні матеріали

Нижче наведено початкові навчальні матеріали щодо класифікації земельних покриттів з застосуванням Semi-Automatic Classification Plugin (*SCP*). Передбачається, що Ви маєте базові знання QGIS (можна скористатись довідкою про інтерфейс QGIS [на цій сторінці](#)).

Навчальний практикум 1

Нижче наведено навчальні матеріали початкового рівня щодо класифікації земельного покриття з використанням Semi-Automatic Classification Plugin (*SCP*). Передбачається, що ви маєте базові знання QGIS.

- *Навчальний практикум 1: Ваша перша класифікація земельного покриття* (page 181)
 - *Дані* (page 182)
 - *Встановіть вхідний знімок в SCP* (page 182)
 - *Створіть файл навчальних вхідних даних* (page 183)
 - *Створіть ROI* (page 183)
 - *Створіть попередній перегляд результатів класифікації* (page 186)
 - *Створіть результат класифікації* (page 190)

Навчальний практикум 1: Ваша перша класифікація земельного покриття

Це навчальний практикум початкового рівня щодо використання *SCP* для класифікації мульти-спектрального знімка. Перш ніж приступити до практикуму, рекомендується прочитати *Короткий вступ до дистанційного зондування* (page 143).

Мета класифікації - ідентифікувати наступні класи земельного покриття:

1. Вода;
2. Забудова;
3. Рослинність;
4. Відкритий ґрунт;

До цього практикуму додається відео.

<http://www.youtube.com/watch?v=GFrDgQ6Nzqs>

Дані


Завантаже знімок з цього архіву (дані надано Геологічною службою США) та **розархівуйте** завантажений файл.

Завантажений файл являє собою знімок *Супутник Landsat* (page 148) (панхроматично об'єднаний), що включає наступні канали:

1. Синій;
2. Зелений;
3. Червоний;
4. Близький інфрачервоний;
5. Короткохвильовий інфрачервоний 1;
6. Короткохвильовий інфрачервоний 2.

В цьому практикумі ми уявимо, що набір даних являє собою загальний мультиспектральний растр, для того, щоб зосередитись на процесі класифікації (в наступному практикумі ми будемо використовувати знімок, канали якого представлені окремими растрами).

Встановіть вхідний знімок в SCP

Запустіть QGIS. У *Вхідні дані SCP* (page 38) клацніть кнопку  *Вхідне зображення* (page 38) для того, щоб вибрати файл `sample_image.tif`. Після вибору `sample_image.tif` встановлюється як *Вхідний знімок*, знімок відображається на карті і канали завантажуються до *Набір каналів* (page 111).

Ми можемо відобразити *Кольоровий композит* (page 151) каналів: Близький інфрачервоний, Червоний і Зелений: у *Робоча панель* (page 33) клацніть перелік *RGB=* та виберіть елемент 4-3-2 (відповідно до номерів каналів у *Набір каналів* (page 111)). Ви можете бачити, що кольори знімка на карті змінились відповідно до вибраних каналів і рослинність виділена червоним (якби було обрано елемент 3-2-1, то були б відображені справжні кольори).

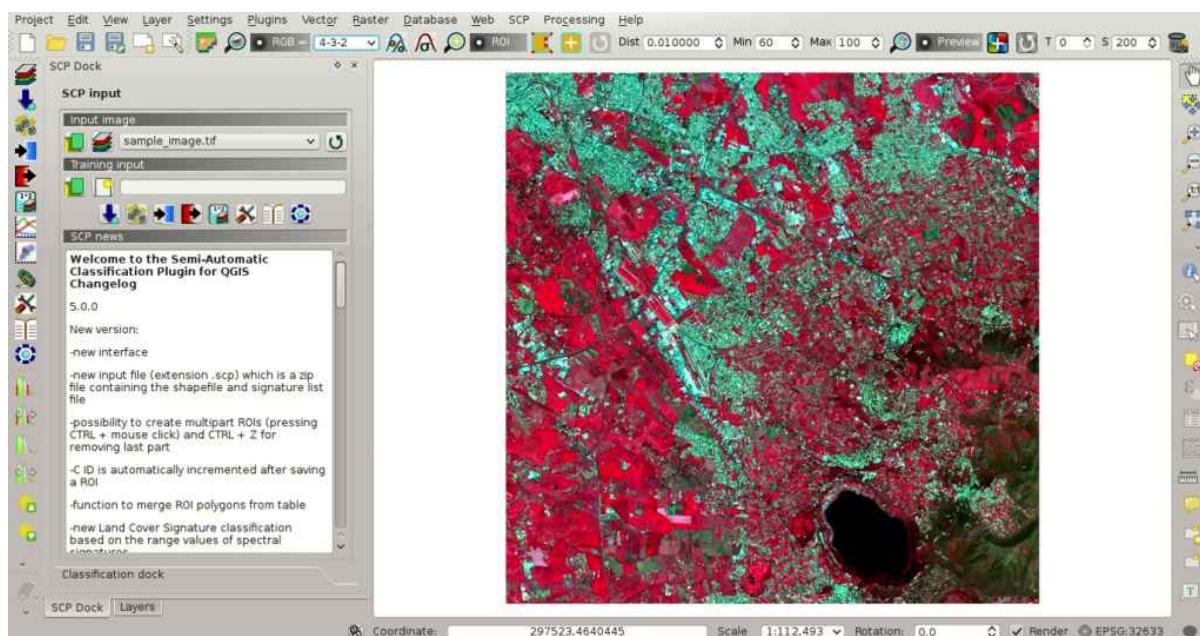



Fig. 19.1: *Кольоровий композит RGB=4-3-2*

Створіть файл навчальних входових даних

Тепер нам потрібно створити *Входові навчальні дані* (page 40) для того, щоб зібрати *Навчальні області* (page 155) (ROI) та розрахувати їх *Спектральна сигнатура* (page 147) (які використовуються в класифікації).

В *Панель SCP* (page 37) клацніть кнопку  та визначте назву (наприклад, `training.scp`) для того, щоб створити *Навчальні входові дані*. Шлях до файлу відображається у *Навчальні входові дані*. Вектор додається до шарів QGIS з тим самим ім'ям, що і *Навчальні входові дані* (щоб запобігти втраті даних, не редагуйте цей шар стандартними функціями QGIS).

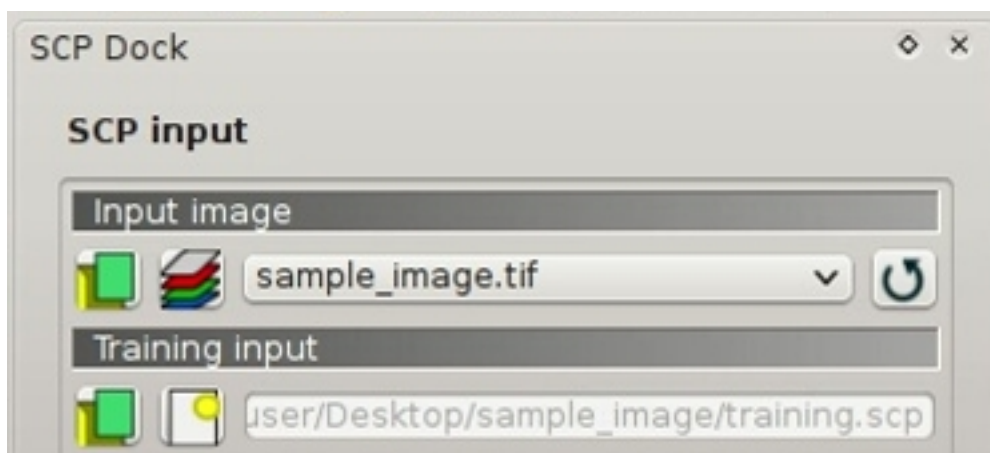


Fig. 19.2: Визначення навчальних входових даних у SCP

Створіть ROI


Ми збираємось створити ROI з визначенням *Класи та макрокласи* (page 157). Кожна ROI ідентифікує клас земельного покриття за допомогою ID класу. Коди ID класу, що застосовуються в цьому практикумі, наведено в наступній таблиці (поки що ми призначаємо один і той самий код як для ID класу, так і для ID макрокласу).

Macroclasses

Назва класу	ID класу
Вода	1
Забудова	2
Рослинність	3
Відкритий ґрунт	4

ROI можуть бути створені окреслюванням полігона вручну або автоматично з застосуванням алгоритму нарощування області.

Збільшіть карту до охоплення темної ділянки (це озеро) у нижній правій частині знімка. Для

того, щоб вручну створити ROI всередині темної ділянки, клацніть кнопку  на *Робоча панель* (page 33) (можете проігнорувати повідомлення про те, що одиниці вимірювання довжини хвилі не задано). Клацніть лівою кнопкою мишки на карті, щоб визначити вузли ROI, та правою, щоб визначити останній вузол, що замикає полігон. З'явиться помаранчевий напівпрозорий полігон, який є тимчасовим (тобто не збережений до *Навчальних входових даних*).

ПОРАДА : Ви можете окреслювати тимчасовий полігон (з заміною попереднього) до тих пір, поки його форма не охопить необхідну ділянку.

Якщо форма тимчасового полігона задовільна, ми можемо зберегти його до *Навчальних входових даних*.

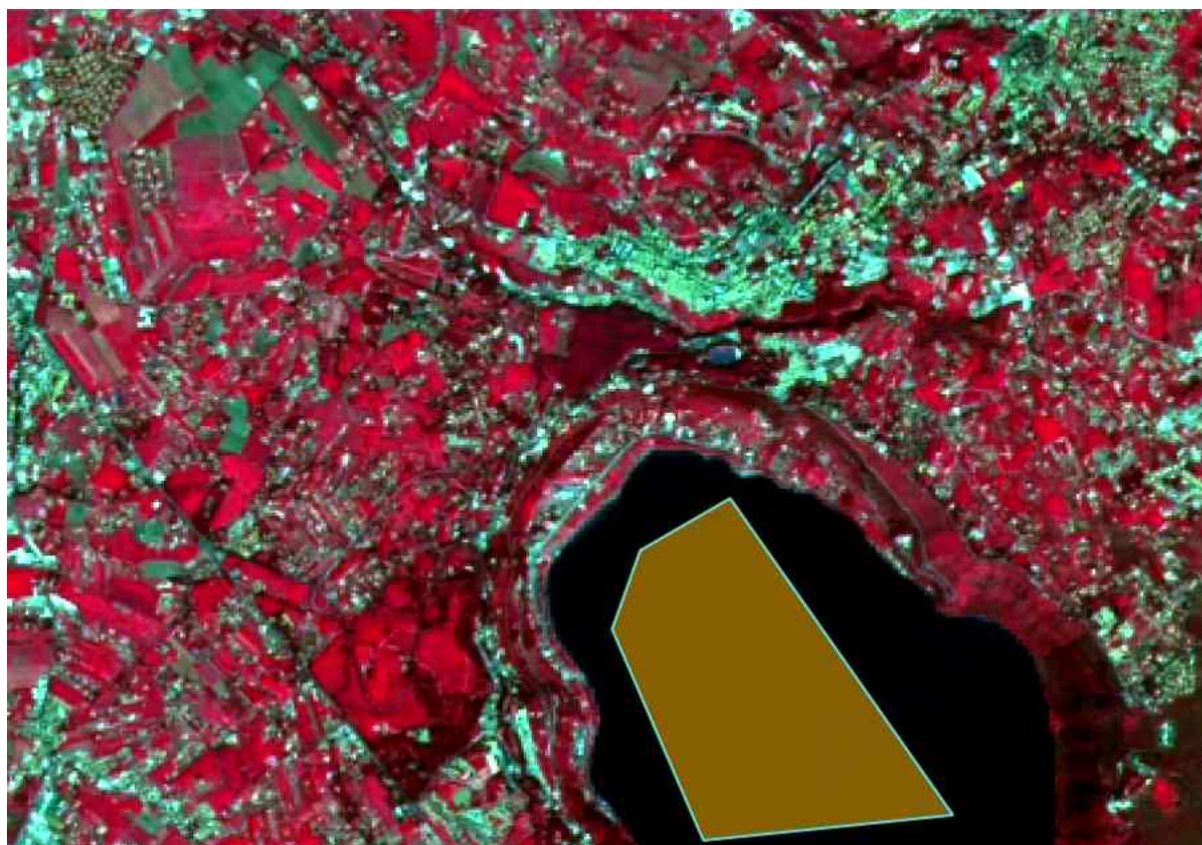





Fig. 19.3: Тимчасова ROI створена вручну

Відкрийте *Панель класифікації* (page 41) для визначення *Класи та макрокласи* (page 157) . У *Створення ROI* (page 42) встановіть *MC ID* = 1 та *MC Інфо* = **Water**; також встановіть *C ID* = 1 та *C Інфо* = **Lake**. Тепер клацніть , щоб зберегти ROI до *Навчальних входових даних*.

Через декілька секунд ROI додається до переліку у *Перелік сигнатур ROI* (page 41) та розраховується її спектральна сигнатура (тому що  *Розрахувати сиг.* був увімкнений).

Як ви можете бачити, *C ID* у *Створення ROI* (page 42) автоматично збільшився на 1. Збережена ROI відображається на карті, як темний полігон, а тимчасова ROI видалена. Також, у *Перелік сигнатур ROI* (page 41) ви можете побачити, що *Тип* є *B*, що означає, що спектральна сигнатура ROI була розрахована та збережена до *Навчальних входових даних*.

Тепер ми створимо другу ROI для класу забудови з використанням алгоритму нарощування області. Збільшіть карту до охоплення блакитної ділянки у верхній правій частині знімка.

У *Робоча панель* (page 33) встановіть значення *Відст* рівним 0.08 . Клацніть кнопку  на *Робоча панель* (page 33) та клацніть на блакитній області карти. Згодом на знімку з'явиться помаранчевий напівпрозорий полігон.

ПОРАДА : значення *Відст* повинне встановлюватись відповідно до діапазону значень пікселів; загалом, збільшення цього значення призводить до створення більших ROI.

У *Створення ROI* (page 42) встановіть *MC ID* = 2 та *MC Інфо* = **Built-up** ; також встановіть *C ID* = 2 (повинно бути вже встановлене) та *C Інфо* = **Buildings**.

Знову, *C ID* у *Створення ROI* (page 42) автоматично збільшується на 1.

Створіть ROI для класу **Рослинність** (червоні пікселі на кольоровому композиті RGB=4-3-2) та ROI для класу **Відкритий ґрунт** (зелені пікселі на кольоровому композиті RGB=4-3-2) слідууючи

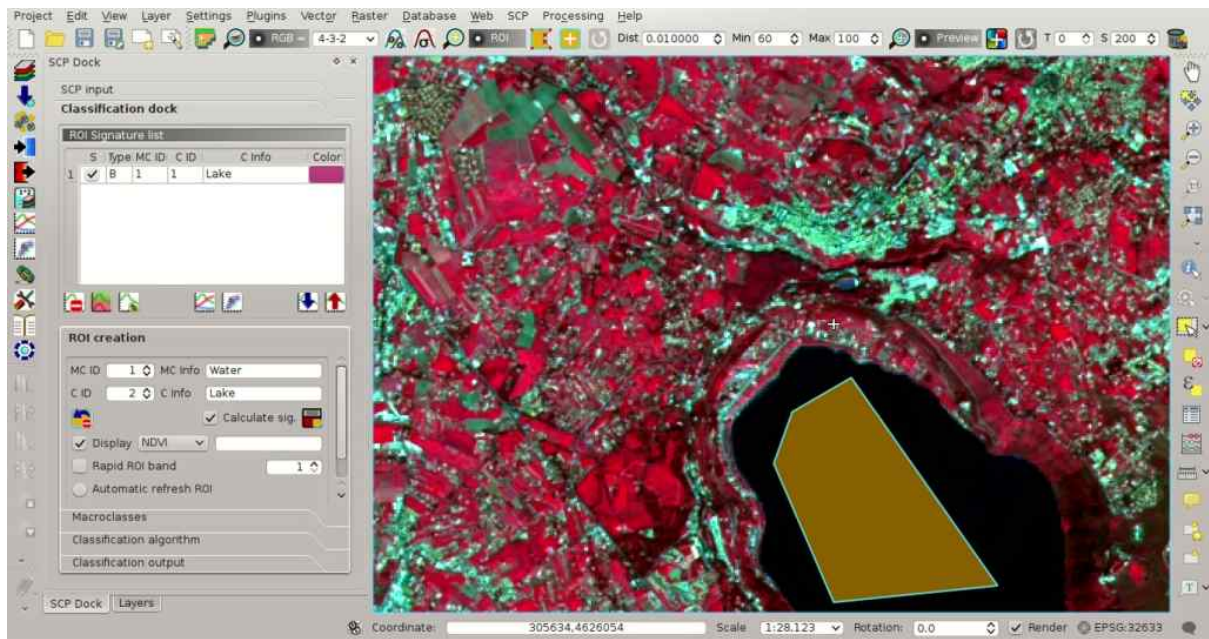


Fig. 19.4: ROI збережена до Навчальних входових даних

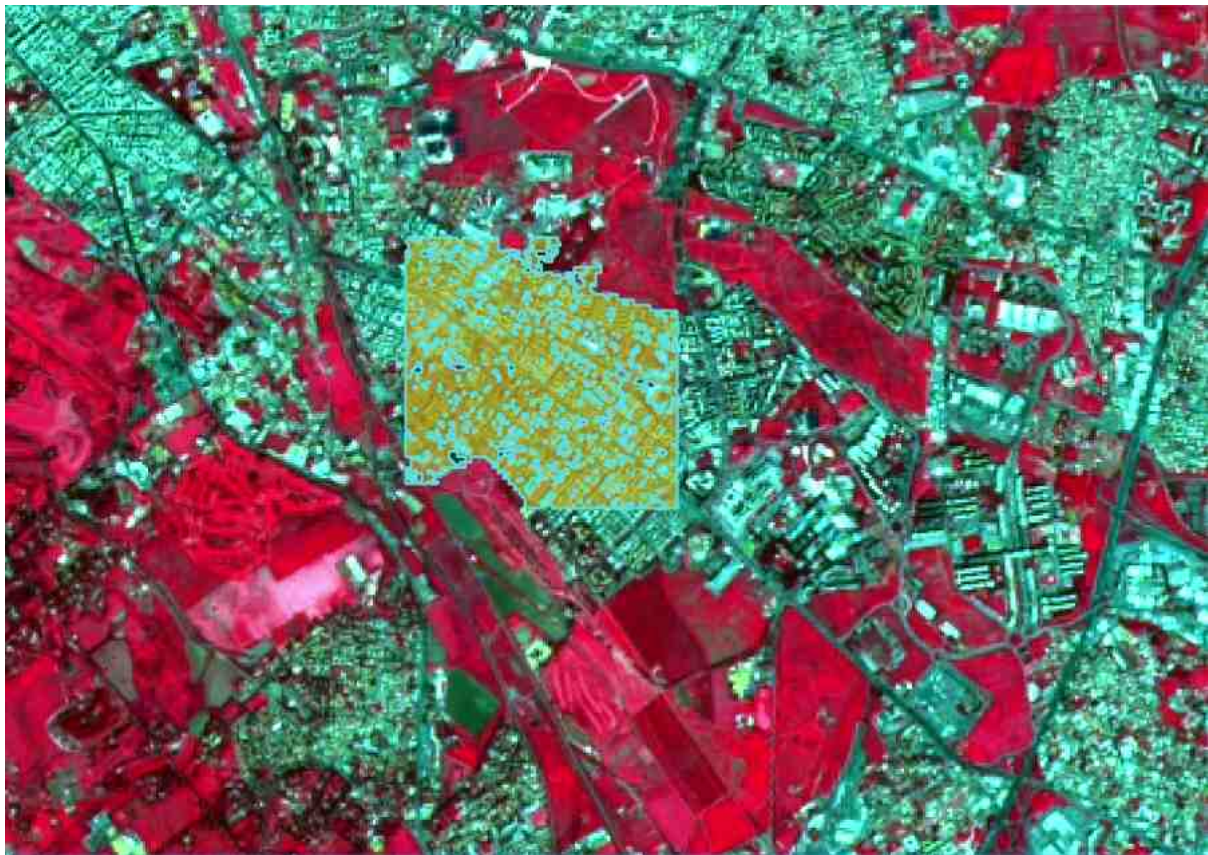


Fig. 19.5: Тимчасова ROI створена автоматично з застосуванням алгоритму нарощування області

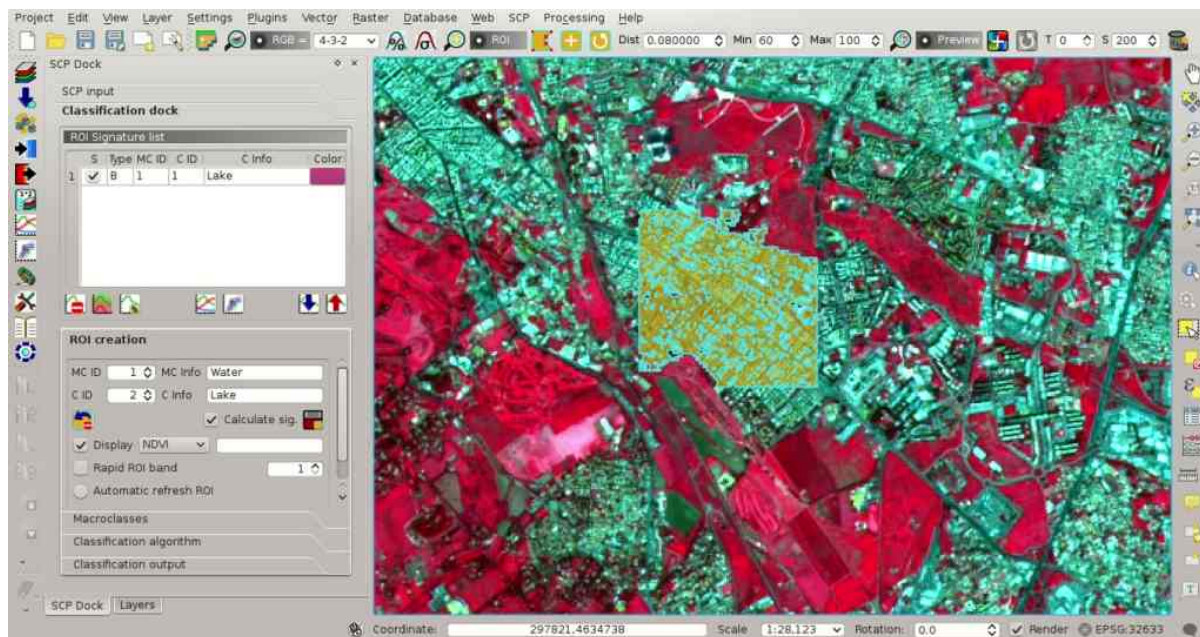


Fig. 19.6: ROI збережена до Навчальних входових даних

тим самим крокам, що описані вище. Наступні зображення демонструють декілька прикладів цих класів, ідентифікованих на карті.

Наступні приклади відображають декілька кольорових RGB композитів знімків Landsat.


Створіть попередній перегляд результатів класифікації

Процес класифікації ґрунтується на зібраних ROI (та їх спектральних сигнатурах). Перш ніж проводити остаточну класифікацію, доцільно створити *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35) для того, щоб оцінити результати (та їх залежність від спектральних сигнатур). У випадку незадовільних результатів ми можемо зібрати більше ROI для того, щоб краще класифікувати земельний покрив.

Перш ніж запускати класифікацію (або попередній перегляд), встановіть кольори класів земельного покриття, які будуть відображатись на растрі класифікації. У *Перелік сигнатур ROI* (page 41) двічі клацніть колір (у колонці *Колір*) кожної ROI для того, щоб вибрати репрезентативний колір для кожного класу.

Тепер нам потрібно вибрати алгоритм класифікації. В цьому практикумі ми застосуємо *Картографування спектрального кута* (page 159).

У *Алгоритм класифікації* (page 45) виберіть *Картографування спектрального кута* *Алгоритм* (page 46). У *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35) встановіть *Розмір* = 500;

клацніть кнопку  та клацніть лівою кнопкою мишки на карті. Процес класифікації повинен пройти швидко, його результатом є класифікований квадрат з центром у точці, в якій клацнули на карті.

Попередні перегляди є тимчасовими растрами (які видаляються після закриття QGIS), що розміщуються у групі *Class_temp_group* в панелі шарів QGIS.

ПОРАДА : Під час завантаження попередньо збереженого проекту QGIS може з'явитись повідомлення щодо поводження з відсутніми шарами. Вони представлені тимчасовими шарами, що SCP створює під час кожної сесії та видаляє після її завершення; ви можете клацнути *Відмінити* та проігнорувати ці шари.



Fig. 19.7: *Рослинність*



Fig. 19.8: *Відкритий ґрунт*

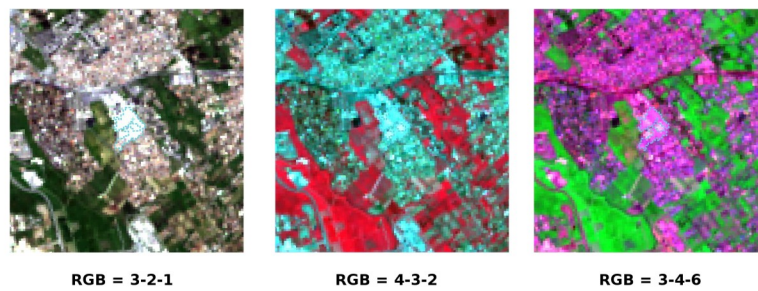


Fig. 19.9: *ROI Забудова: великі будівлі*

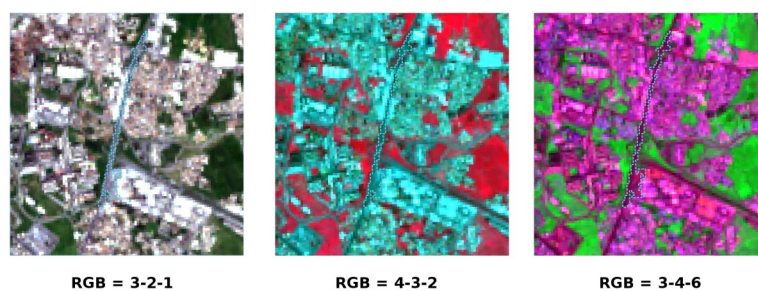


Fig. 19.10: *ROI Забудова: дорога*

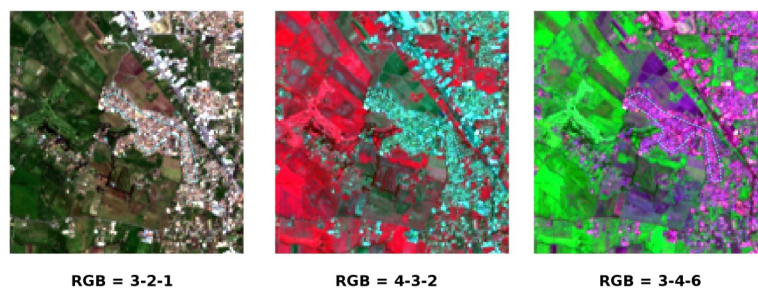


Fig. 19.11: *ROI Забудова: будівлі та вузькі дороги*

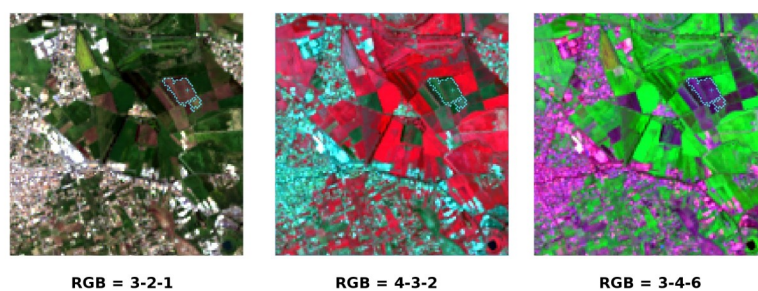


Fig. 19.12: *ROI Відкритий ґрунт: землі, що не обробляються*

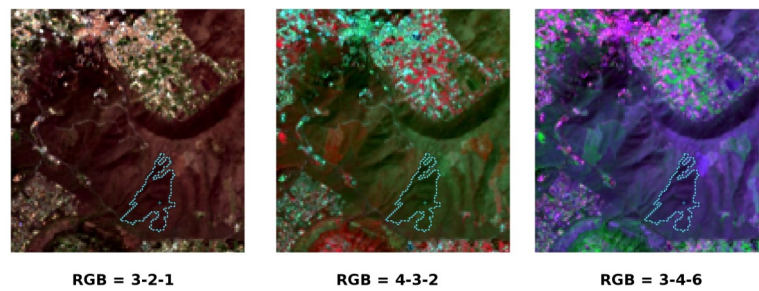


Fig. 19.13: ROI Рослинність: листяні дерева

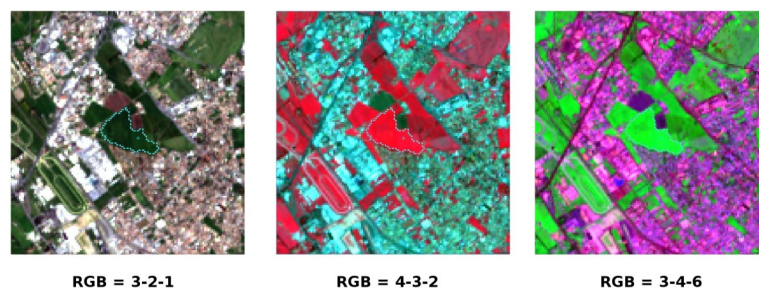


Fig. 19.14: ROI Рослинність: сільськогосподарські культури



Fig. 19.15: Визначення кольорів класів

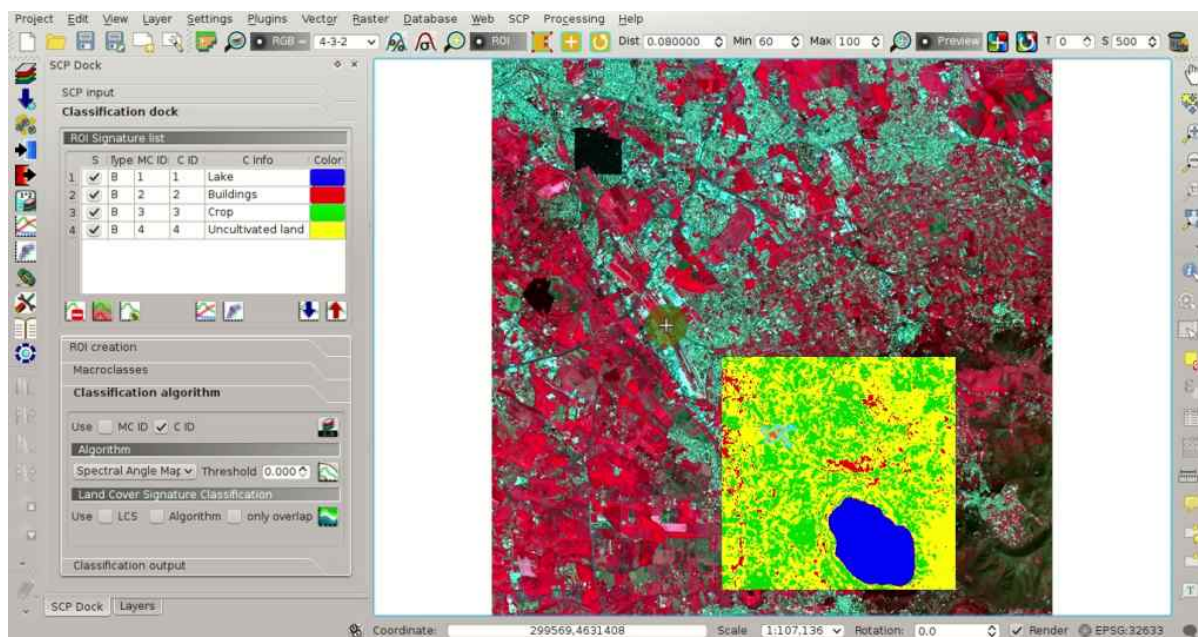




Fig. 19.16: Попередній перегляд результатів класифікації відображений на знімку

Загалом, попередній перегляд результатів класифікації доцільно проводити кожного разу, коли ROI (або спектральна сигнатура) додається до *Перелік сигнатур ROI* (page 41). Таким чином, етапи *Створіть ROI* (page 183) та *Створіть попередній перегляд результатів класифікації* (page 186) повинні бути повторними та паралельними процесами.

Створіть результат класифікації

Припустивши, що результати попередніх переглядів класифікації були задовільними (тобто пікселі коректно відносяться до класу, визначеного у *Перелік сигнатур ROI* (page 41)), ми можемо провести класифікацію земельного покриття для всього знімка.

У *Результат класифікації* (page 46) клацніть кнопку  та визначте шлях до вихідних результатів класифікації, які є растровим файлом (.tif). Якщо у налаштуваннях *Процес класифікації* (page 121) увімкнено  *Грати сигнал після завершення*, то після завершення процесу подається звуковий сигнал.

Молодець! Ви щойно виконали вашу першу класифікацію земельного покриття.

Вода то рослинність ідентифіковані правильно. Однак, ви можете бачити, що є декілька помилок класифікації (особливо ґрунт ідентифікований, як забудова, та навпаки), тому що кількість ROI (спектральних сигнатур) недостатня.

Ми можемо покращити класифікацію, використовуючи деякі з інструментів, описані в наступному навчальному практикумі.

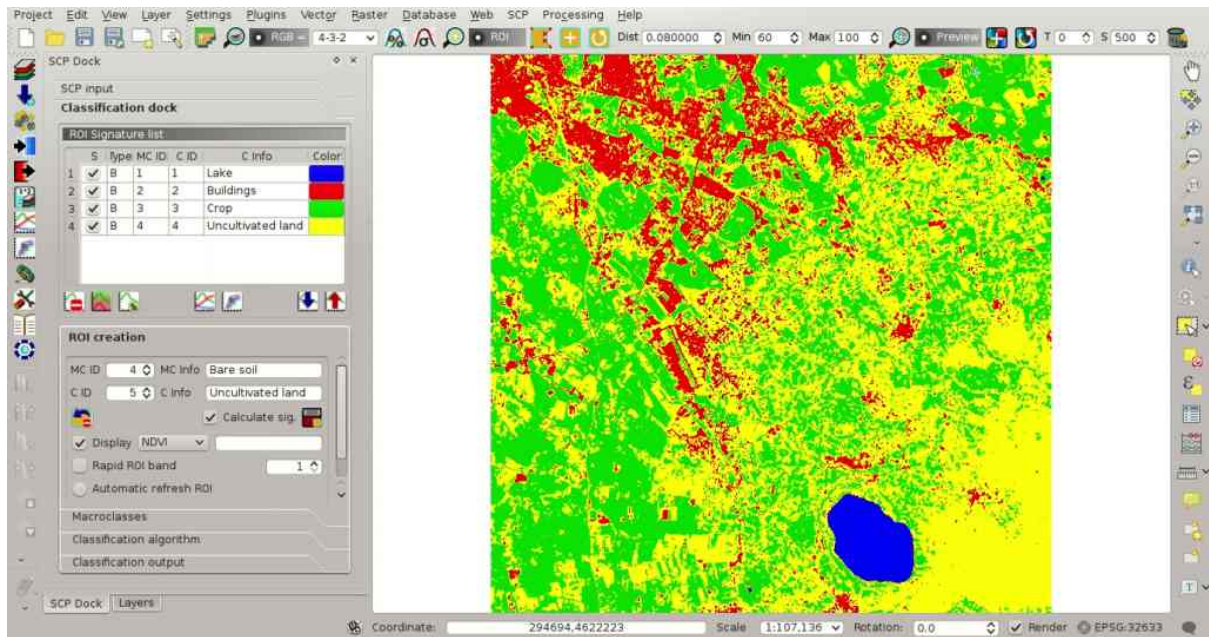


Fig. 19.17: Результат класифікації земельного покриття

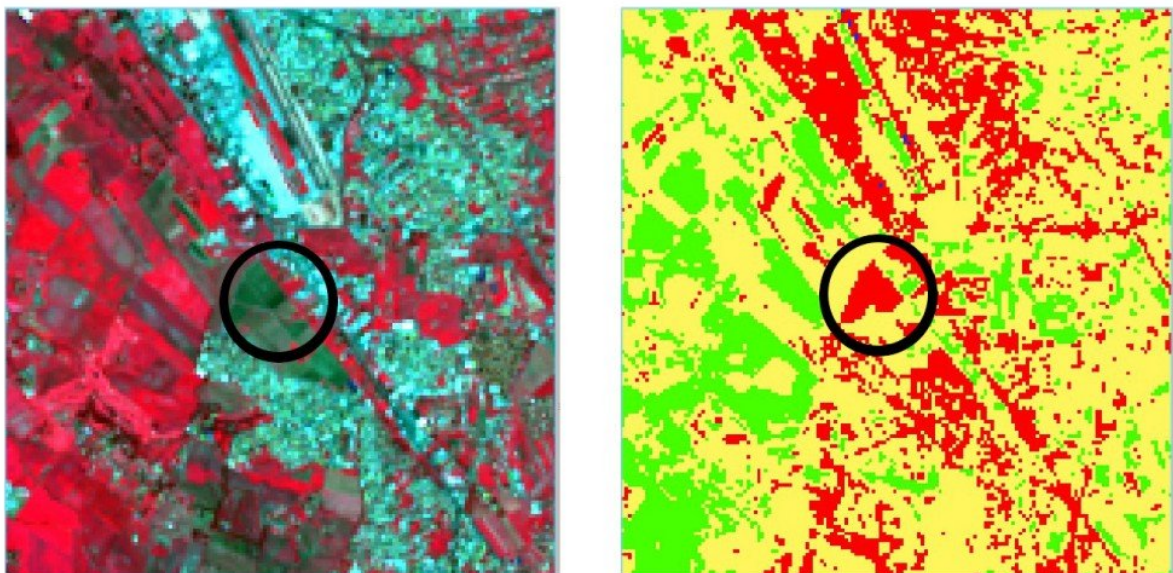


Fig. 19.18: Приклад помилки: Відкритий ґрунт класифікований як Збудова

Навчальний практикум 2

- *Навчальний практикум 2: Класифікація земельного покриття за знімками Sentinel-2* (page 193)
 - *Завантаження даних* (page 194)
 - *Автоматичний перерахунок у значення відбивальності поверхні* (page 196)
 - *Провести відтинання даних* (page 199)
 - *Створіть набір каналів* (page 201)
 - *Створіть ROI* (page 201)
 - *Створіть попередній перегляд результатів класифікації* (page 207)
 - *Оцініть спектральні сигнатури* (page 207)
 - *Створіть результат класифікації* (page 211)

Навчальний практикум 2: Класифікація земельного покриття за знімками Sentinel-2

Цей практикум описує основні етапи класифікації знімків, отриманих *Супутник Sentinel-2* (page 149). Крім того, проілюстровано застосування деяких інструментів *SCP*.

Ми збираємось класифікувати наступні класи земельного покриття:

1. Вода;
2. Забудова;
3. Рослинність;
4. Відкритий ґрунт.

До цього практикуму додається відео.


<http://www.youtube.com/watch?v=FcETq8OWM0k>

Завантаження даних

Ми збираємось **завантажити знімок Sentinel-2**, доступ до якого забезпечує Copernicus [Scientific Data Hub](#). Зокрема, ми будемо використовувати наступні канали Sentinel-2 (для більш докладної інформації читайте [Супутник Sentinel-2](#) (page 149)):

- Канал 2 - Синій;
- Канал 3 - Зелений;
- Канал 4 - Червоний;
- Канал 5 - Червоний край рослинності;
- Канал 6 - Червоний край рослинності;
- Канал 7 - Червоний край рослинності;
- Канал 8 - NIR;
- Канал 8A - Червоний край рослинності;
- Канал 11 - SWIR;
- Канал 12 - SWIR;

ПОРАДА : У випадку повільного Інтернет-з'єднання ви можете завантажити фрагмент знімка (близько 50 Мб) за [цим посиланням](#) (© Дані Copernicus Sentinel 2016), який є результатом етапів [Завантаження даних](#) (page 194) та [Провести відтинання даних](#) (page 199).


Відкрийте новий проект QGIS. Відкрийте вкладку [Завантаження знімків](#) (page 51), клацнувши кнопку  в меню [Меню SCP](#) (page 29) або [Інструменти SCP](#) (page 31) або [Панель SCP](#) (page 37). Виберіть вкладку [Завантаження Sentinel-2](#) (page 55). Ми шукаємо конкретний знімок, отриманий 06 травня 2016.

У [Вхід до Sentinels](#) (page 56) для отримання доступу до даних введіть ім'я користувача та пароль (необхідна безкоштовна реєстрація).

ЗАСТЕРЕЖЕННЯ : Гостьовий обліковий запис guest/guest більше не доступний. Необхідна безкоштовна реєстрація. Дивіться <https://scihub.copernicus.eu/news/News00097>.


У [Область пошуку](#) (page 56) введіть:

- *UL X (Довг)*: 12
- *UL Y (Шир)*: 42
- *LR X (Довг)*: 13
- *LR Y (Шир)*: 41

ПОРАДА : Загалом є можливість визначити координати території клацнувши кнопку  та окресливши прямокутник на карті.

У [Пошук](#) (page 57) встановіть:

- *Дата з*: 2016-05-06
- *по*: 2016-05-06

Тепер клацніть кнопку [Знайти](#)  та через декілька секунд знімок буде додано до [Перелік знімків](#).

Порада: для визначення зони завантажте цей [zip-файл](#), який містить шейп-файл гранул Sentinel-2; завантажте цей шейп-файл до QGIS, виберіть гранули у вашій території пошуку та відкрийте атрибутивну таблицю, щоб побачити ім'я зони.

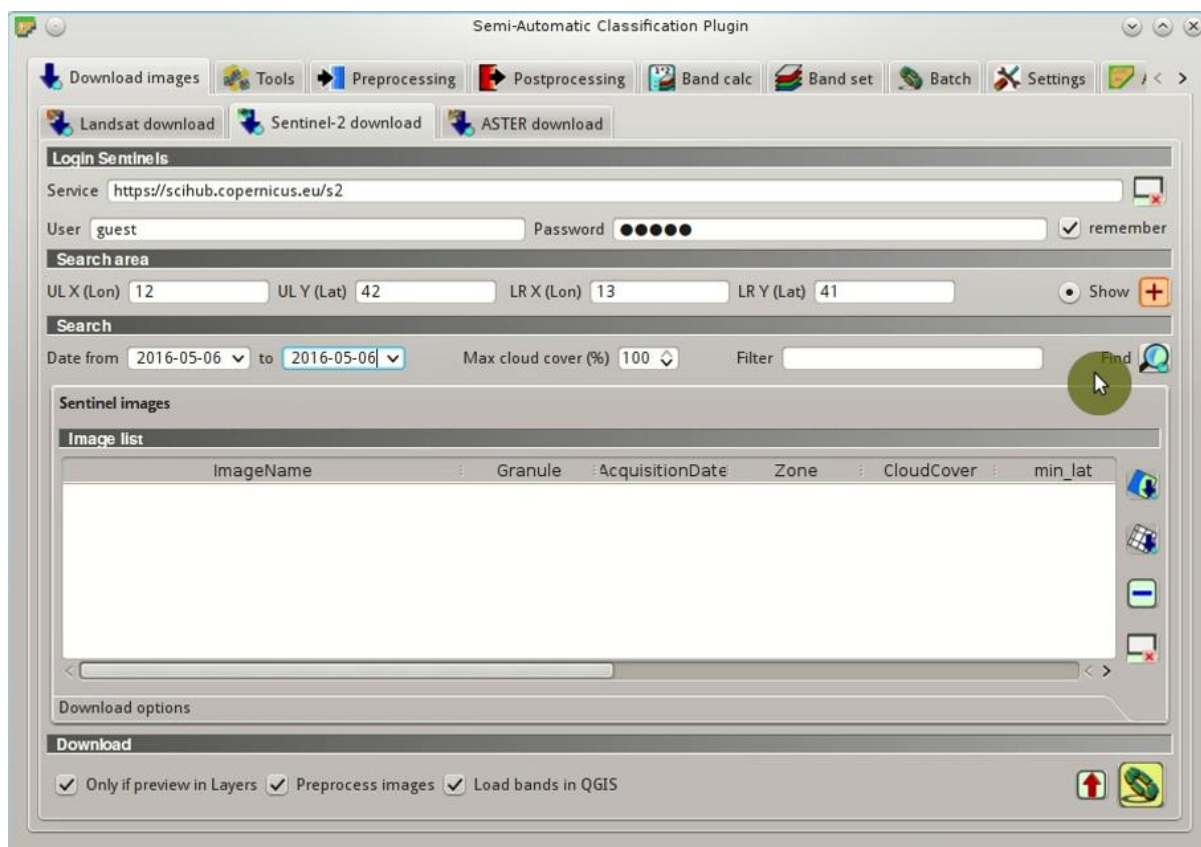


Fig. 20.1: Пошук знімків Sentinel-2

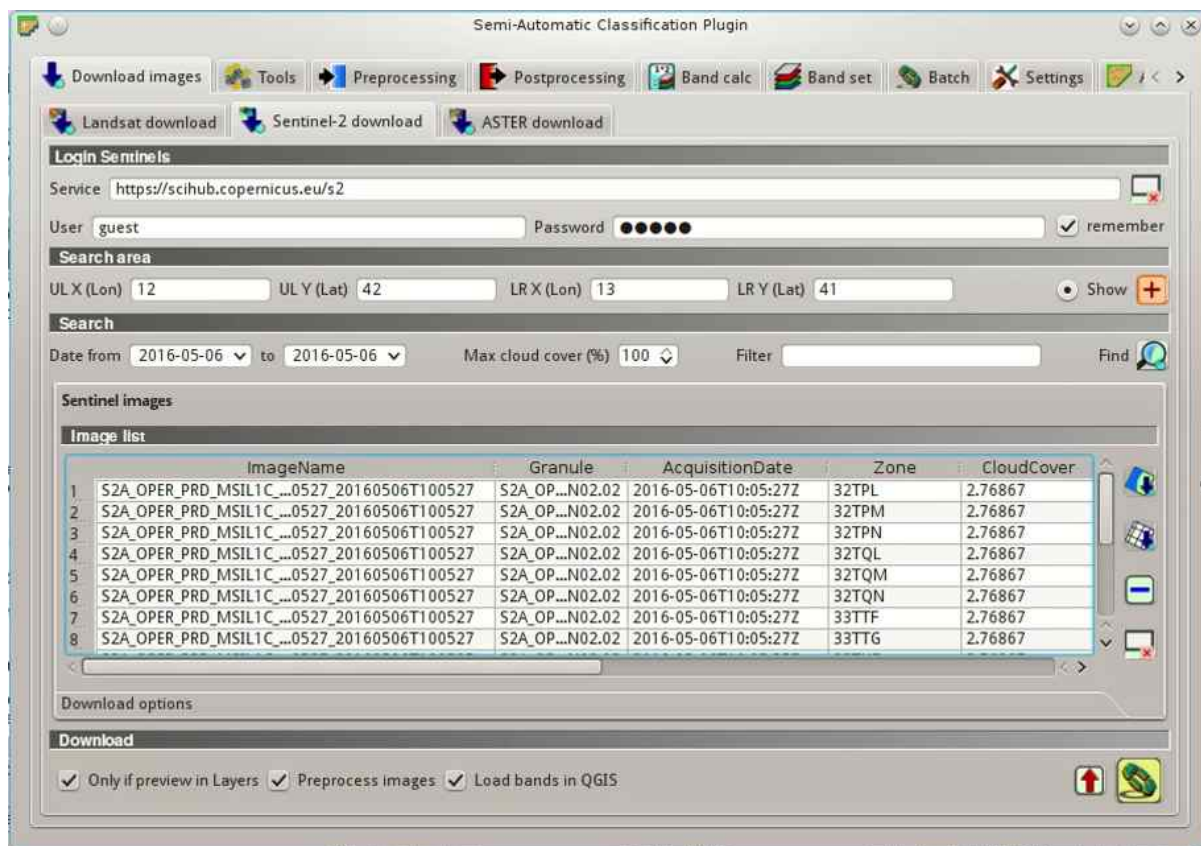



Fig. 20.2: Результат пошуку Sentinel-2

В таблиці результатів виберіть елемент T32TQM в полі *Зона*, *Гранула* якого S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160506T153005_A004552_T32TQM та клацніть кнопку . Попередній перегляд буде завантажено та відображено на карті, щоб було зручно оцінити якість знімка та хмарний покрив.

ПОРАДА : Також можливо відобразити загальний огляд знімка (який складається з декількох гранул) за допомогою кнопки .

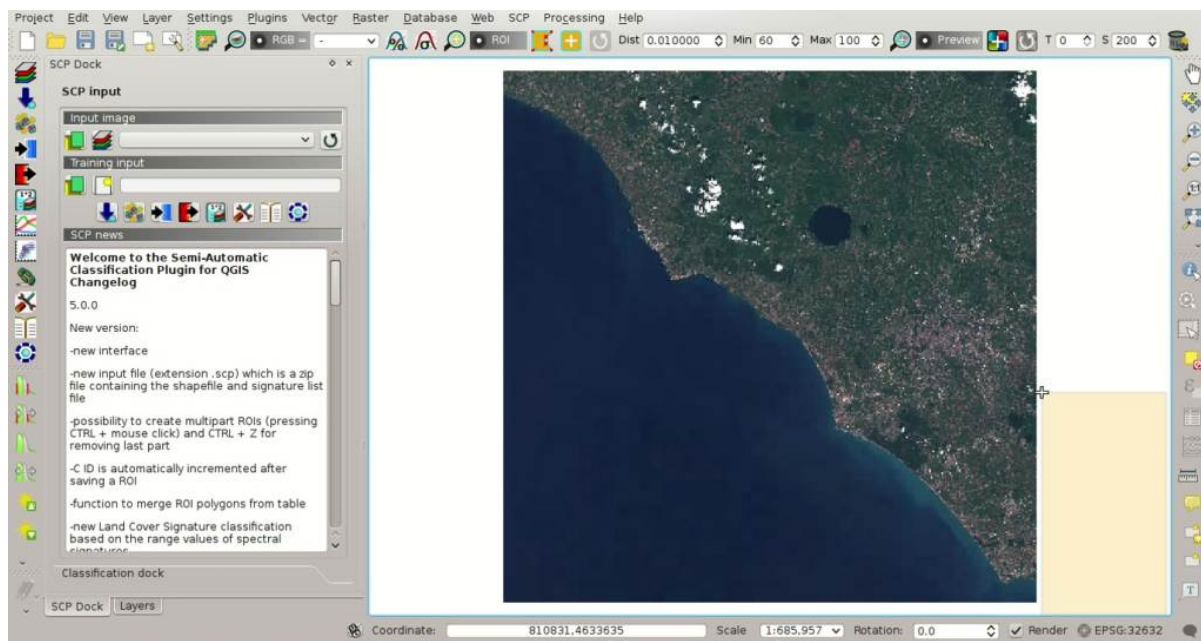






Fig. 20.3: Попередній перегляд знімка

Клацніть вкладку *Параметри завантаження* (page 58) та зніміть позначку для каналів 1, 9 та 10.

Також зніміть позначку параметрів  *Передобробити знімки* (зазвичай, він має бути увімкнений, але для цілей цього практикуму ми проведемо передоброблення знімків на етапі *Автоматичний перерахунок у значення відбивальності поверхні* (page 196)) та  *Завантажити канали до QGIS* (тому що ми проведемо відтинання знімків).

ПОРАДА : Параметр  *Тільки якщо попередній перегляд у панелі шарів* дозволяє завантажувати з таблиці результатів лише ті знімки, попередні перегляди яких відображені на карті. Доцільно увімкнути цей параметр та видалити попередні перегляди знімків з переліку шарів QGIS, залишивши лише ті, які ми бажаємо завантажити.

Щоб розпочати завантаження знімка, клацніть кнопку  та виберіть каталог до якого зберігатимуться канали (наприклад Desktop). Завантаження може тривати декілька хвилин залежно від швидкості вашого Інтернет-з'єднання (розмір каналу коливається від 30 до 90 Мб). Прогрес завантаження відображається індикатором виконання.

Після завантаження всі канали та метадані зберігаються до виходового каталогу.

Автоматичний перерахунок у значення відбивальності поверхні

Перерахунок у відбивальність (див. *Енергетична світність та відбивальна здатність* (page 147)) може бути проведений автоматично. Файл метаданих (файл .xml назва якого містить MTD_SAFL1C), завантажений зі знімками, містить інформацію необхідну для проведення перерахунку. Читайте

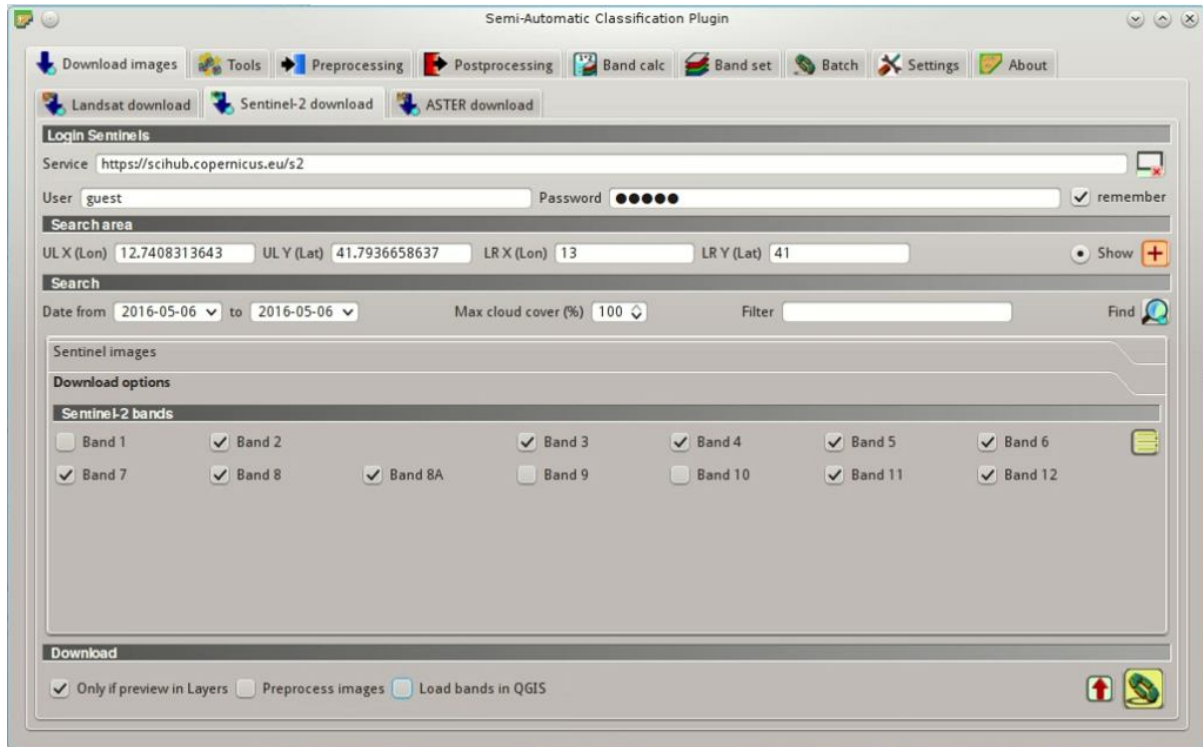


Fig. 20.4: Вибір каналів для завантаження

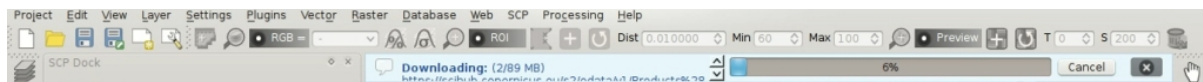




Fig. 20.5: Завантаження каналів Sentinel

Перерахунок знімка у значення відбивальності (page 167) для інформації щодо *Відбивальність на поверхні атмосфери (TOA)* (page 167) та *Відбивальність поверхні* (page 168).


Для проведення перерахунку каналів у значення відбивальності, відкрийте вкладку *Передоброблення* (page 77), клацнувши кнопку  у *Меню SCP* (page 29) або *Інструменти SCP* (page 31) або *Панель SCP* (page 37) та виберіть вкладку *Sentinel-2* (page 80).


Клацніть кнопку *Каталог*, що містить канали *Sentinel-2*  та виберіть каталог, який повинен називатись `S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20160506T153005_A004552_T32TQM`. Переілк каналів автоматично завантажується до таблиці *Метадані* (page 81). Крім того, завантажуються метадані для кожного каналу (завдяки тому, що файл метаданих знаходиться в тому самому каталозі).

ПОРАДА : Якщо знімок Sentinel-2 був завантажений безпосередньо з сайту <https://scihub.copernicus.eu> та ви бажаєте перерахувати його дані у відбивальність з використанням *SCP*, то потрібно скопіювати файл .xml, назва якого містить `MTD_SAFL1C` (знаходиться в каталозі гранули), та вставити його до того самого каталогу, що містить канали (файли .jp2).

Для того, щоб розрахувати *Відбивальність поверхні* (page 168), ми застосуємо *Корекція DOS1* (page 168); тому активуйте параметр *Застосувати атмосферну корекцію DOS1*.

ПОРАДА : Рекомендовано застосовувати атмосферну корекцію DOS1 до всього знімка (до його відтинання) для того, щоб покращити розрахунок відносних параметрів, що ґрунтуються на знімку.

Вимкніть параметр  *Створити набір каналів та застосувати інструменти набору каналів*, оскільки ми збираємось визначити ці параметри на наступному етапі *Створіть набір каналів*

(page 201). Для того, щоб розпочати процес перерахунку, клацніть кнопку  та виберіть каталог до якого будуть збережені перераховані канали (наприклад, Desktop).

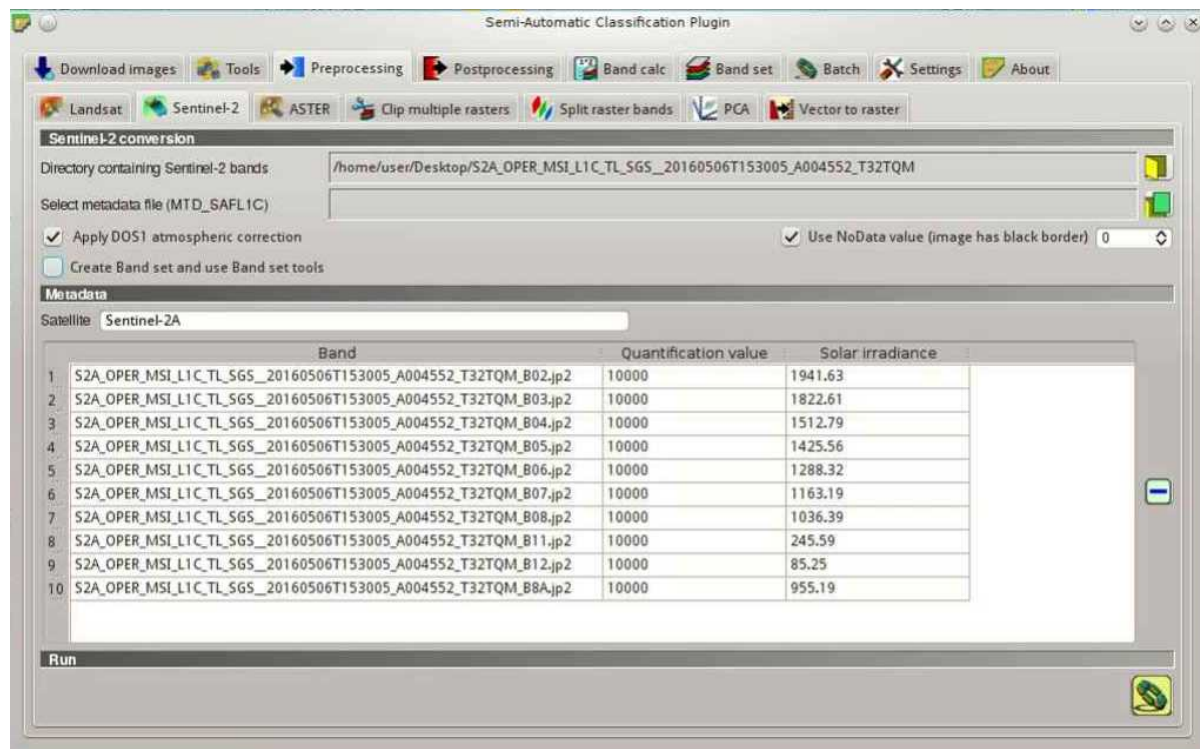


Fig. 20.6: Перерахунок даних Sentinel-2 у відбивальність

Через декілька хвилин перераховані канали завантажуються та відображаються (назва файлу по-

чинається з RT_). Якщо у налаштуваннях *Процес класифікації* (page 121) увімкнено *Грати сигнал після завершення*, то після завершення процесу подається звуковий сигнал.

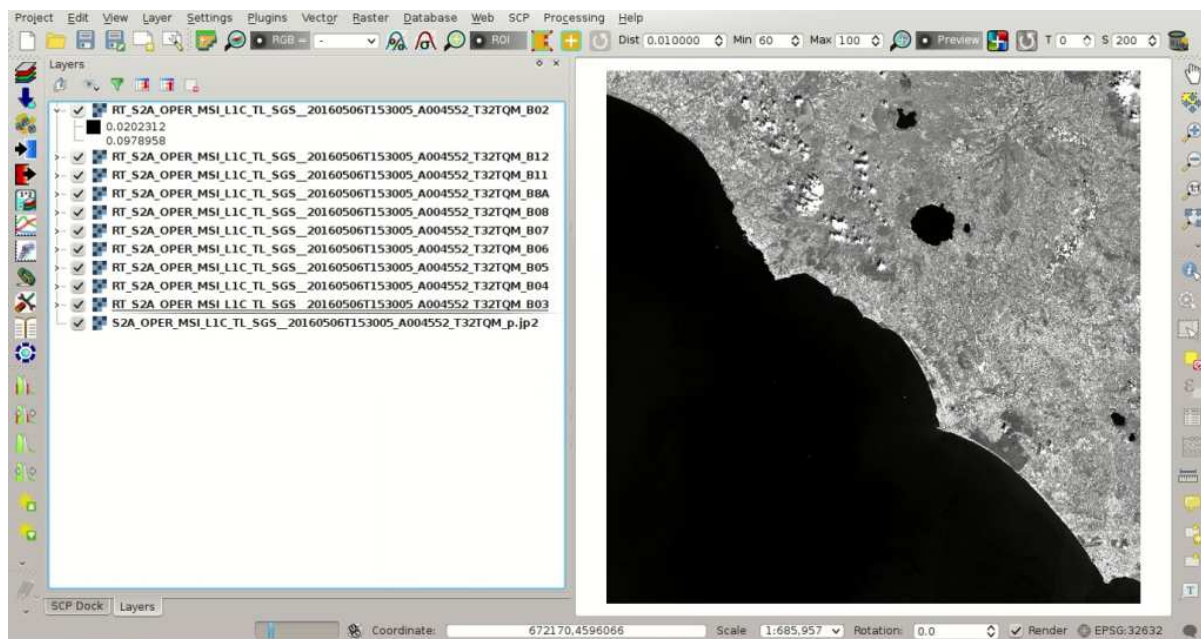




Fig. 20.7: Перераховані канали Sentinel-2


Провести відтинання даних

Знімки Sentinel-2 мають велике охоплення. Для того, щоб скоротити обчислювальний час, ми проведемо відтинання каналів до охоплення тієї самої території дослідження, що і в *Навчальний практикум 1: Ваша перша класифікація земельного покриття* (page 181). Відкрийте вкладку *Передоброблення* (page 77) та виберіть вкладку *Пакетне відтинання растрів* (page 85).

Клацніть кнопку , щоб оновити перелік шарів та позначте галочкою всі шари, назва яких починається з RT_ (номер каналу розташований наприкінці назви шару).

Клацніть кнопку  та виберіть ділянку, як показано на наступному рисунку, або введіть наступні значення:

- UL X: 791810
- UL Y: 4643020
- LR X: 809750
- LR Y: 4626230

Клацніть кнопку  та виберіть каталог (наприклад, clip) до якого потрібно зберегти канали після відтинання (з приставкою у назві файлу, що визначена у *Приставка виходової назви*). Після завершення процесу, обрізані растри завантажуються та відображаються. Тепер ми можемо видалити канали, назва яких починається з RT_ з панелі шарів QGIS.

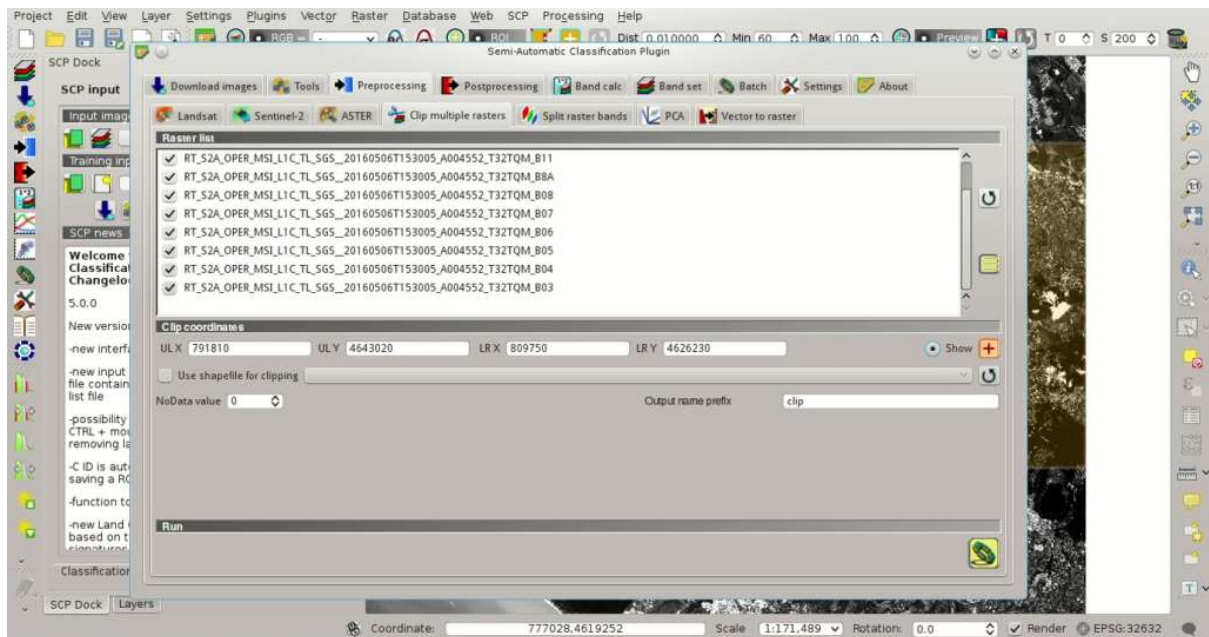


Fig. 20.8: Відтинання області

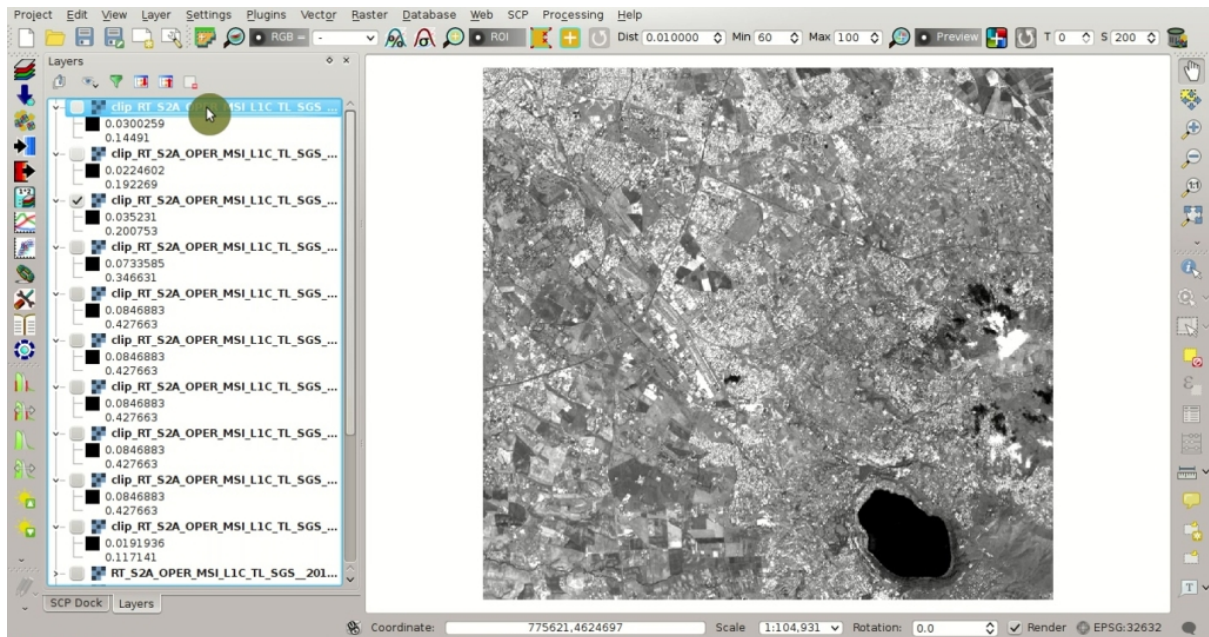








Fig. 20.9: Обрізані канали

Створіть набір каналів

Тепер нам потрібно визначити *Набір каналів*, який є входовим знімком для SCP. Відкрийте вкладку *Набір каналів* (page 111), клацнувши кнопку  у *Меню SCP* (page 29) або *Інструменти SCP* (page 31) або *Панель SCP* (page 37).

Клацніть кнопку  для того, щоб оновити перелік шарів, та перевірте всі обрізані канали; після цього клацніть  для того, щоб додати вибрані растри до *Набору каналів*. У таблиці *Визначення набору каналів* впорядкуйте назви каналів у порядку зростання (клацніть , щоб автоматично впорядкувати канали за назвою), після цього підсвітіть канал 8A (одинарним клацанням на імені каналу в таблиці) та скористайтесь кнопками  або , щоб розмістити цей канал під номером 8. Зрештою, виберіть *Sentinel-2* з переліку *Швидкі налаштування довжини хвилі* для того, щоб автоматично призначити *Центральну довжину хвилі* кожного каналу та *Одиницю вимірювання довжини хвилі* (потрібні для розрахунку спектральних сигнатур).

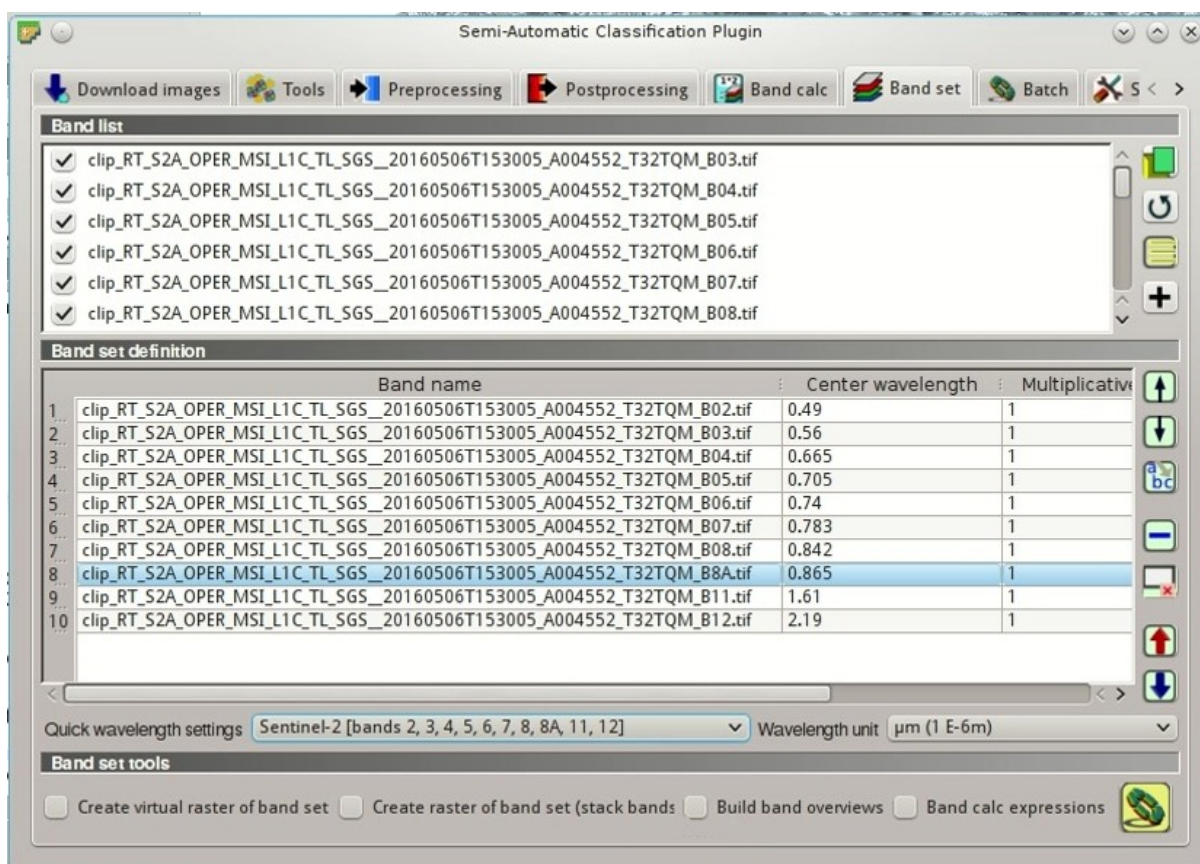
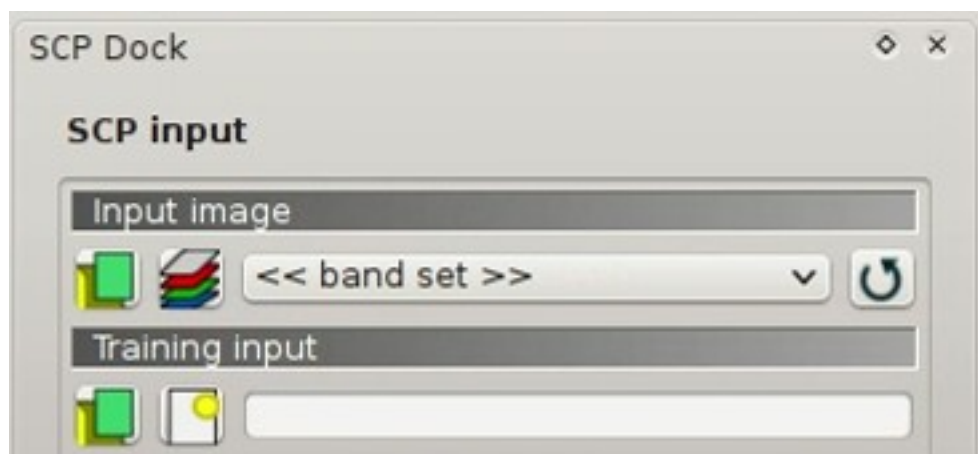



Fig. 20.10: Визначення набору каналів

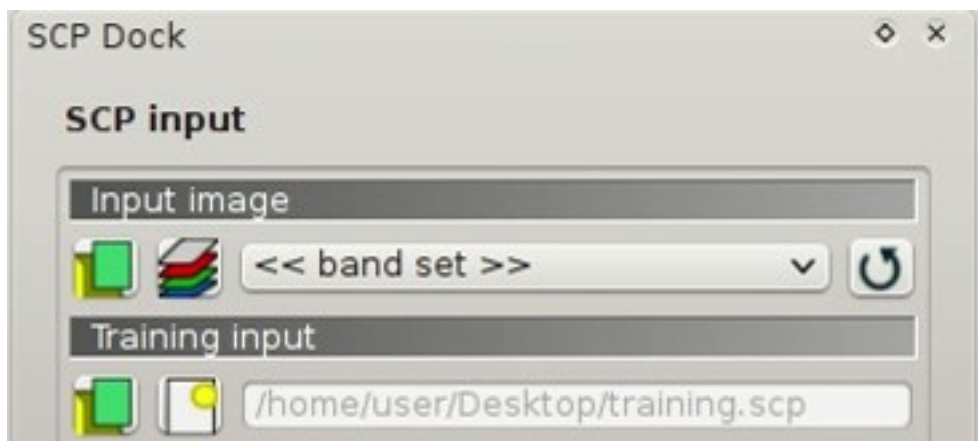
Ви можете помітити, що елемент << band set >> вибраний як *Входове зображення* (page 38) у *Панель SCP* (page 37).

Створіть ROI

Для того, щоб зібрати ROI, нам потрібно *Створіть файл навчальних входових даних* (page 183) як описано у *Навчальний практикум 1: Ваша перша класифікація земельного покриття* (page 181)

Fig. 20.11: *Набір каналів*

(у *Панель SCP* (page 37) клацніть кнопку  та визначте назву файлу). Навчальні входові дані зберігають ROI та їх *Спектральна сигнатура* (page 147).

Fig. 20.12: *Визначення навчальних входових даних у SCP*

Ми створимо декілька ROI, використовуючи ID макрокласів, визначені в наступній таблиці (див. *Класи та макрокласи* (page 157)).

Макрокласи

Назва макрокласу	ID макрокласу
Вода	1
Забудова	2
Рослинність	3
Відкритий ґрунт	4

На цьому етапі ми створюємо базу даних спектральних сигнатур, що використовується для ідентифікації класів земельного покриття (визначених як макрокласи). Однак, ці макрокласи складаються з декількох матеріалів, що мають різні спектральні сигнатури; для того, щоб отримати якісні результати класифікації, ми повинні розділити спектральні сигнатури різних матеріалів, навіть якщо вони належать до одного макрокласу. Тому ми створимо декілька ROI для кожного макрокласу (призначаючи ті самі *MC ID*, але віднесемо кожну ROI до різного *C ID*).

У переліку *RGB= Робоча панель* (page 33) виберіть 3-2-1 для того, щоб відобразити знімок у справжніх кольорах (див. *ref:color_composite_definition* та *Супутник Sentinel-2* (page 149)). Через декілька секунд буде відображений *ref:color_composite_definition*. Ми можемо бачити, що міські

території виглядають білими, а рослинність - зеленою.

ПОРАДА : Якщо а *Набір каналів* (page 111) визначено, то автоматично створюється тимчасовий віртуальний растр (під назвою `band_set.vrt`), що забезпечує відображення *Кольоровий композит* (page 151). Для того, щоб пришвидшити процес візуалізації, ви можете відображати лише віртуальний растр та приховати всі інші шари в панелі шарів QGIS.

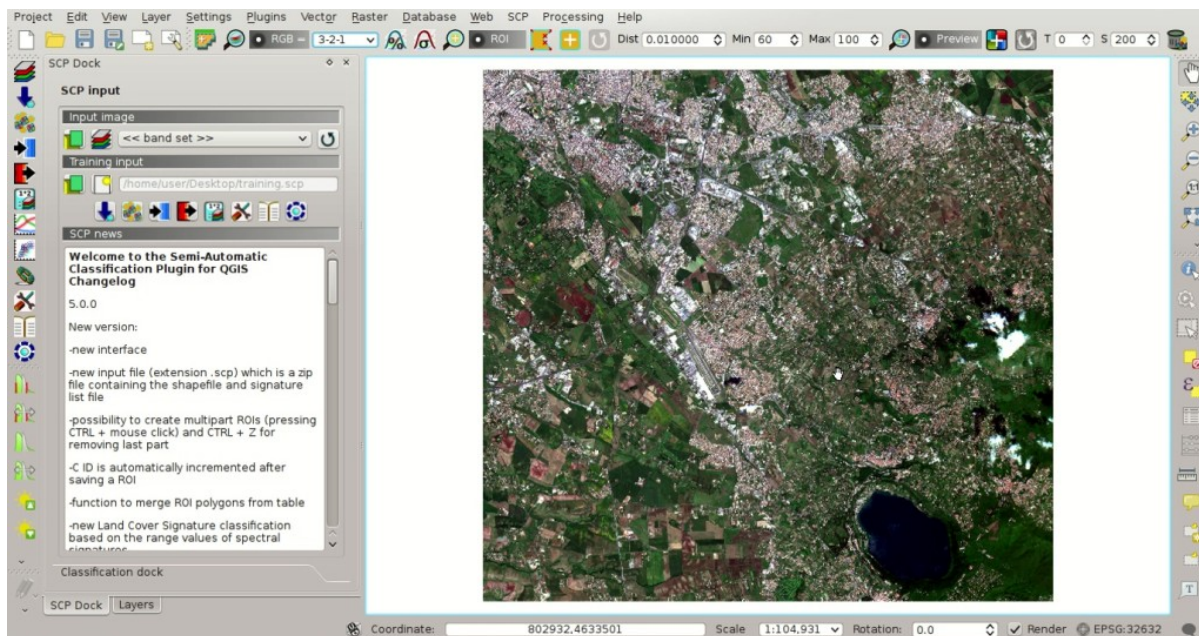


Fig. 20.13: Кольоровий композит $RGB = 3-2-1$

Тепер у переліку $RGB = \text{Робоча панель}$ (page 33) надрукуйте 3-7-10 (ви також можете скористатись інструментом *Перелік RGB* (page 76)). При застосуванні цього кольорового композиту урбанізовані території виглядають фіолетовими, а рослинність - зеленою. Ви можете помітити, що кольоровий композит $RGB = 3-7-10$ виокремлює дороги краще, ніж композит у справжніх кольорах ($RGB = 3-2-1$). Також ви можете побачити хмари у правій частині знімка.

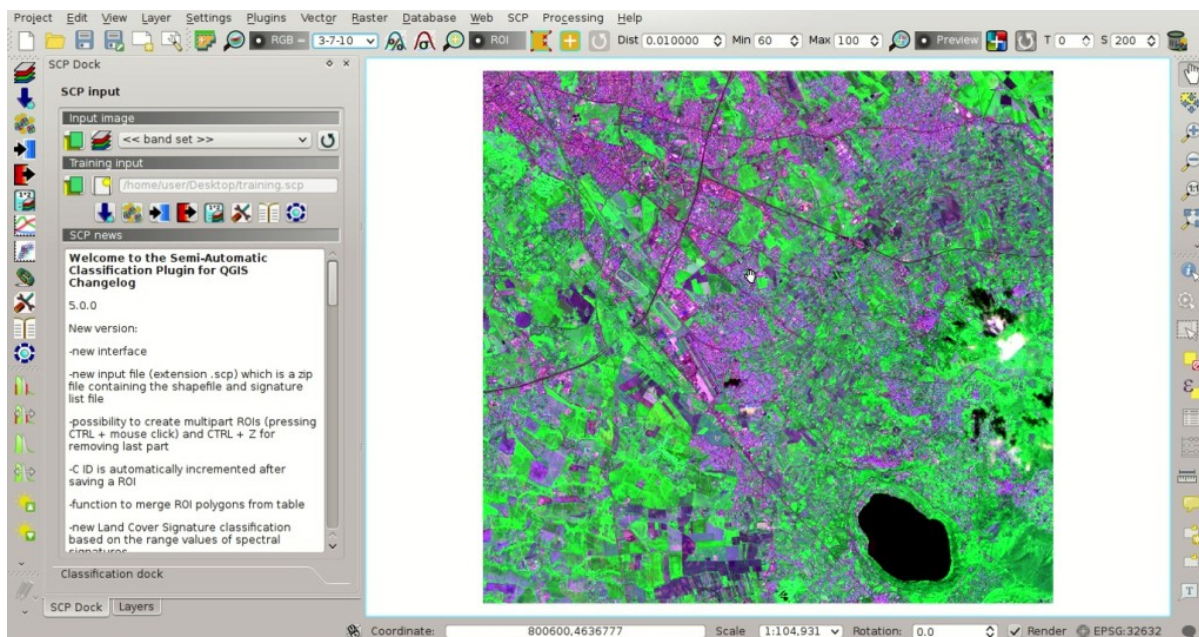


Fig. 20.14: Кольоровий композит $RGB = 3-7-10$

Тепер створіть ROI таким самим чином, як це описано у *Створіть ROI* (page 183) *Навчальний практикум 1: Ваша перша класифікація земельного покриття* (page 181). Після клацання кнопки



у *Робоча панель* (page 33) ви маєте помітити, що курсор відображає значення на карті, які змінюються під час руху курсора над зображенням. Це значення NDVI пікселя, що знаходиться під курсором (NDVI відображається тому, що у *Створення ROI* (page 42) увімкнено функцію



Відображати). Значення NDVI можуть бути корисними для визначення спектрально чистих пікселів, зокрема рослинність характеризується вищими значеннями NDVI, ніж ґрунт.

Наприклад, посуňte мишку на ділянку з рослинністю та клацніть лівою кнопкою, щоб створити ROI, коли побачите локальне максимальне значення. Завдяки цьому створена ROI та її спектральна сигнатура будуть особливо репрезентативними для здорової рослинності.

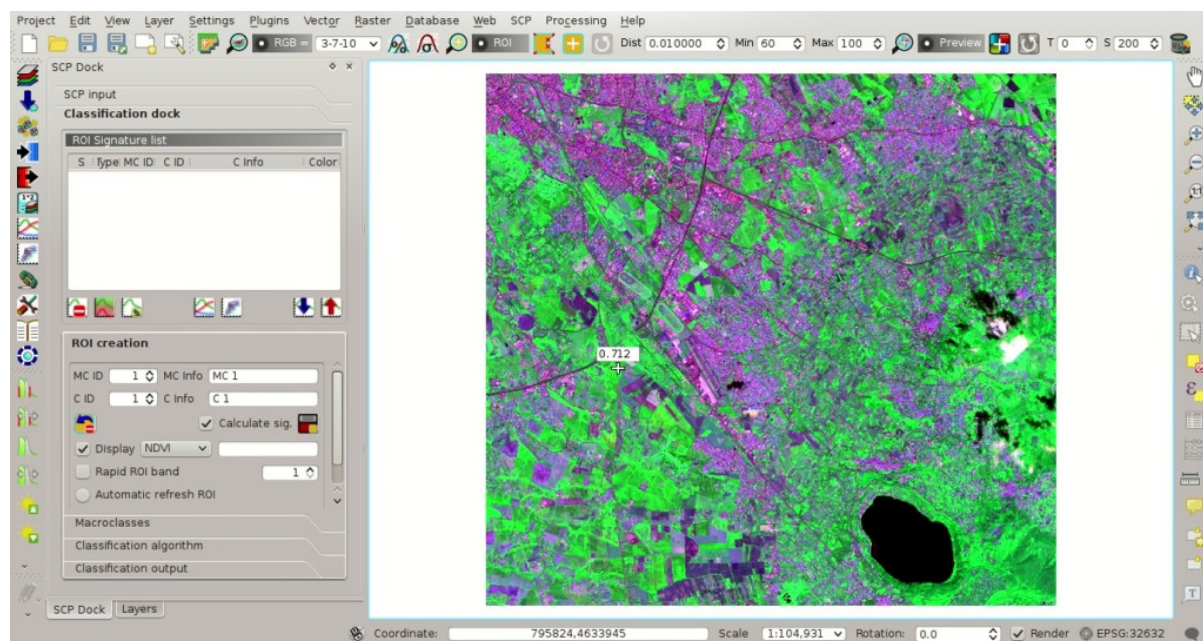




Fig. 20.15: Значення NDVI, що відображається на карті для пікселя з рослинністю

Кольоровий композит RGB = 7-3-2 також корисний для виділення рослинності.


Створіть декілька ROI (чим більше, тим краще). Алгоритм нарощування області може створювати більш однорідні ROI (низьке стандартне відхилення значень спектральних сигнатур), ніж ті, що створені ручним окреслюванням; створення ROI вручну може бути корисним для урахування спектральної мінливості класів (особливо у випадку застосування алгоритму *Максимальної вірогідності* (page 158)).

Загалом, слід створити одну ROI для кожного кольору, що ви можете вирізнити на знімку. Для цього змінійте кольорові композити, щоб ідентифікувати різні типи земельного покриття.

ПОРАДА : Частіше змінійте *Кольоровий композит* (page 151) для того, щоб чітко ідентифікувати матеріали земної поверхні; застосовуйте колісцатко мишки до переліку RGB= *Робоча панель* (page 33) для швидкої зміни кольорового композиту; також ви-

користуйте кнопки  та  для кращого відображення *Входового знімка* (т. зв. розтягування зображення).

Наступні рисунки ілюструють декілька прикладів ROI.

Варто зазначити, що ви можете показати або приховати тимчасові ROI клацанням кнопки  ROI на *Робоча панель* (page 33).

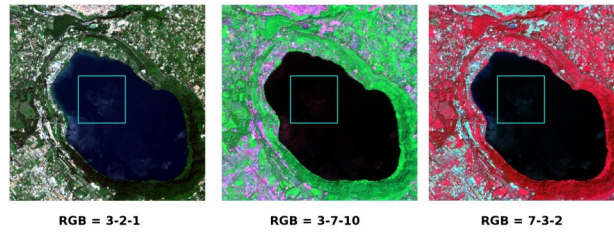


Fig. 20.16: *ROI Вода: озеро*

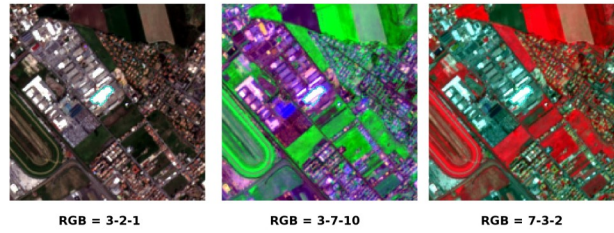


Fig. 20.17: *ROI Забудова: великі будівлі*

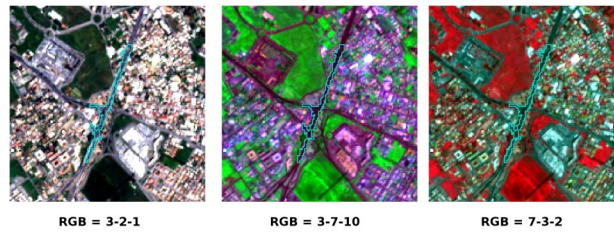


Fig. 20.18: *ROI Забудова: дорога*

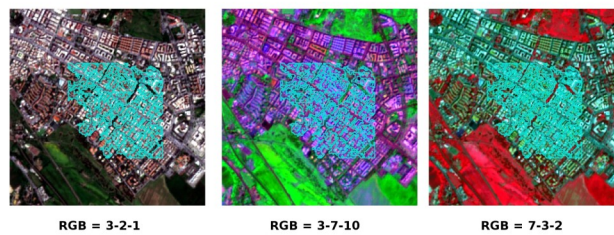


Fig. 20.19: *ROI Забудова: будівлі та вузькі дороги*

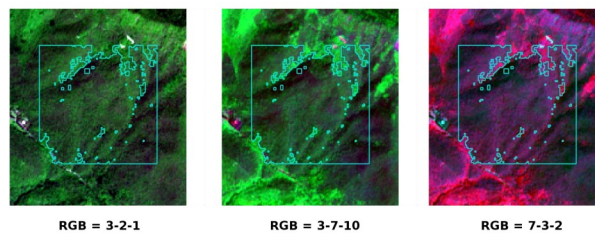


Fig. 20.20: *ROI Рослинність: листяні дерева*

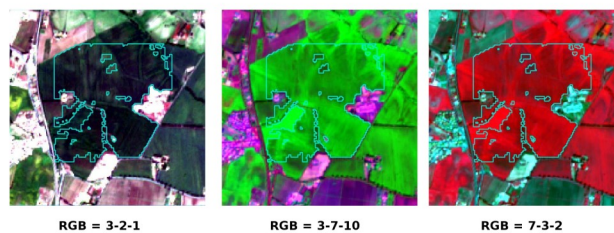


Fig. 20.21: ROI Рослинність: сільськогосподарські культури

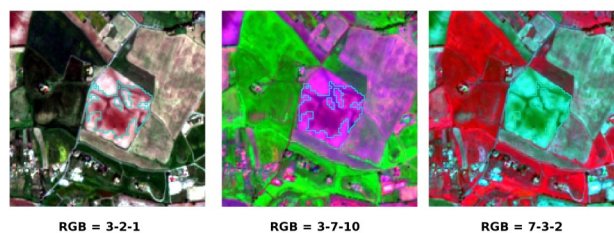


Fig. 20.22: ROI Відкритий ґрунт: землі, що не обробляються

ПОРАДА : Встановіть модуль [QuickMapServices](#) у QGIS та додайте карту (наприклад, [OpenStreetMap](#)) для того, щоб полегшити ідентифікацію ROI за допомогою даних з високою вирізняльною здатністю.

Ми також можемо спробувати замаскувати хмари на знімку, створивши ROI хмар та призначивши їм спеціальний *MC ID* = 0 (який є ID, що використовується для позначення пікселів, що навмисно не класифікуються) та відмінного *C ID*. Насправді спектральні сигнатури з *MC ID* = 0 зазвичай використовуються в класифікації, але кожний піксель, віднесений до цих спектральних сигнатур, в результатах класифікації позначається як *unclassified*. Тому це простий спосіб маскування деяких спектральних сигнатур, таких як хмари (звичайно є і більш досконалі методи маскування хмар, які буде обговорено в інших практикумах).

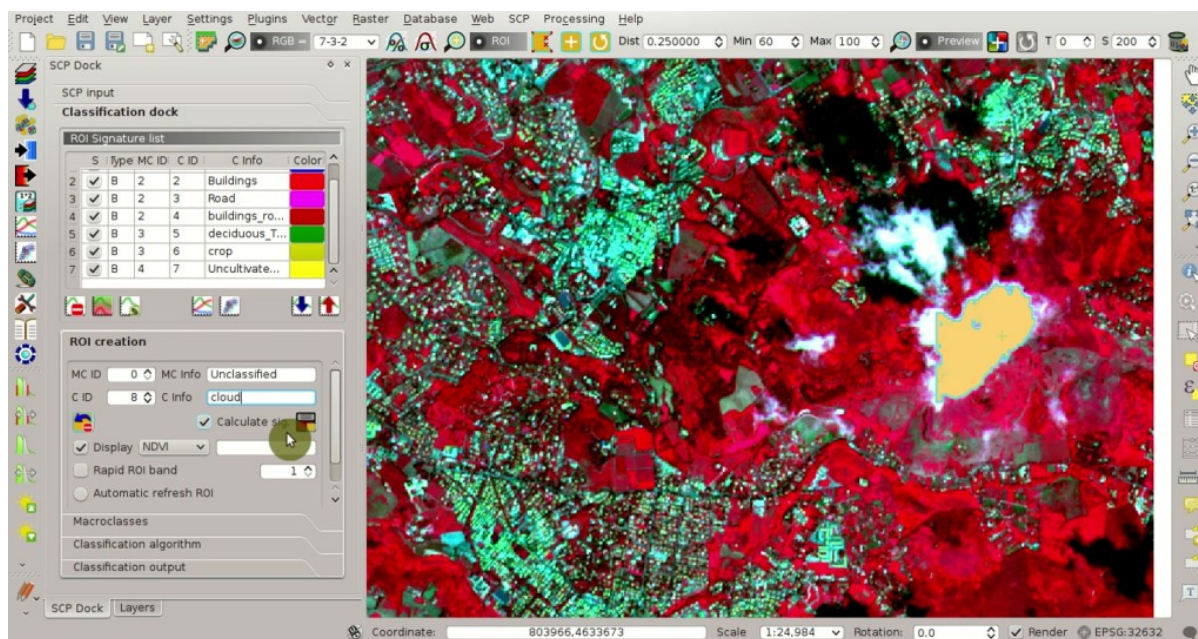


Fig. 20.23: Приклад ROI для хмар

Створіть попередній перегляд результатів класифікації

Як вказано у *Навчальний практикум 1: Ваша перша класифікація земельного покриття* (page 181), попередні перегляди це тимчасові класифікації, які є зручними для оцінювання ефектів спектральних сигнатур під час збору ROI.

Встановіть кольори спектральних сигнатур у *Перелік сигнатур ROI* (page 41); після цього у *Алгоритм класифікації* (page 45) виберіть алгоритм класифікації *Максимальної вірогідності* (page 158). У *Попередній перегляд результатів класифікації* (page 35) встановіть *Розмір* = 500; клацніть кно-



пку та клацніть лівою кнопкою мишки точку на карті.

Попередній перегляд відобразиться на карті.

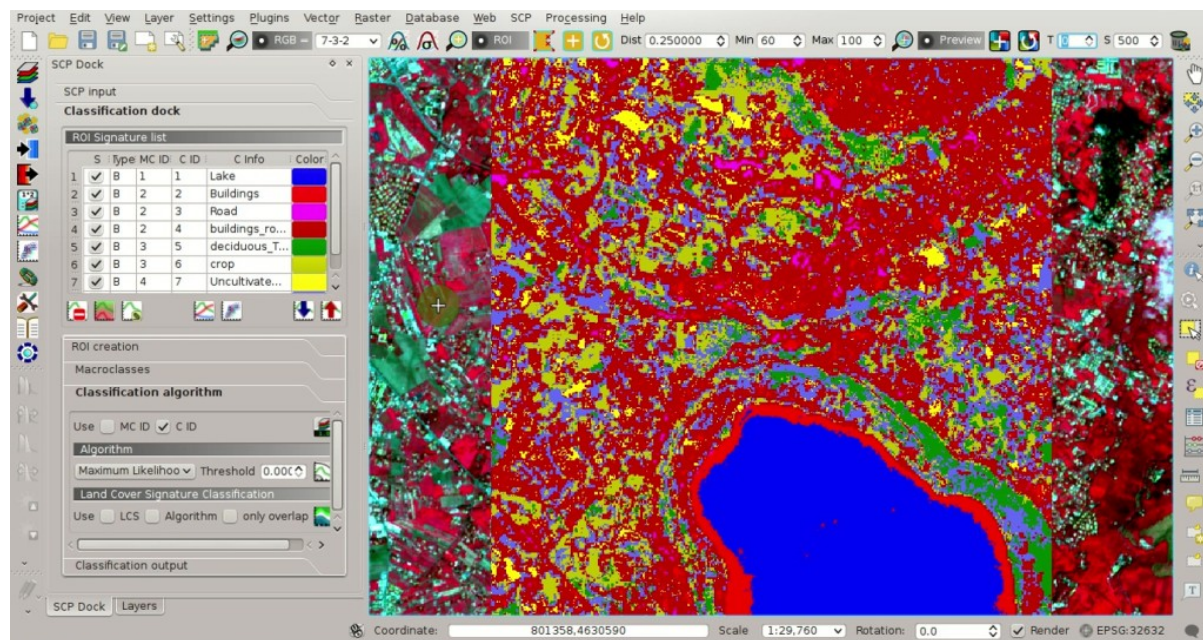


Fig. 20.24: Приклад попереднього перегляду на основі C ID

Для того, щоб створити попередній перегляд результатів класифікації на основі ID макрокласів, активуйте параметр ☒ *MC ID* у вкладці *Алгоритм класифікації* (page 45) з *Панель SCP* (page 37). У вкладці *Макрокласи* (page 44) з *Панель SCP* (page 37) змініть кольори *MC ID* (в таблиці *Макрокласи* (page 44) двічі клацніть колір кожного макрокласу для того, щоб вибрати репрезентативний колір).



Тепер клацніть кнопку з *Робоча панель* (page 33) для того, щоб розрахувати новий попередній перегляд для тієї ж самої ділянки. На наступному рисунку ви можете помітити, що кількість класів менша (тільки *MC ID*) порівняно з попереднім варіантом; також, хмари відображаються як некласифіковані (чорні пікселі).

ПОРАДА : У *Робоча панель* (page 33) клацніть кнопку *Попередній перегляд* для того, щоб швидко показувати або приховувати попередні перегляди класифікації, та кнопку *RGB=* для того, щоб показати або приховати *Входний знімок*.

Оцініть спектральні сигнатури

Спектральні сигнатури використовуються *Алгоритми класифікації* (page 158) для позначення пікселів знімка. Різні матеріали, такі як забудова або відкритий ґрунт, можуть мати подібні спе-

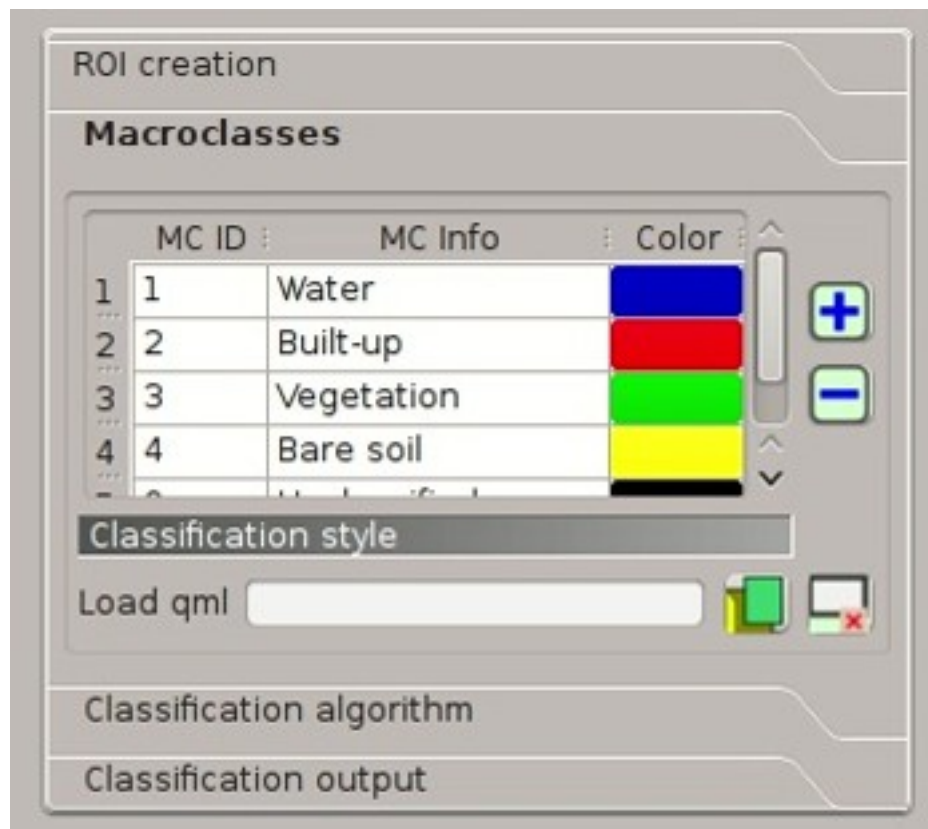


Fig. 20.25: Кольори MC ID

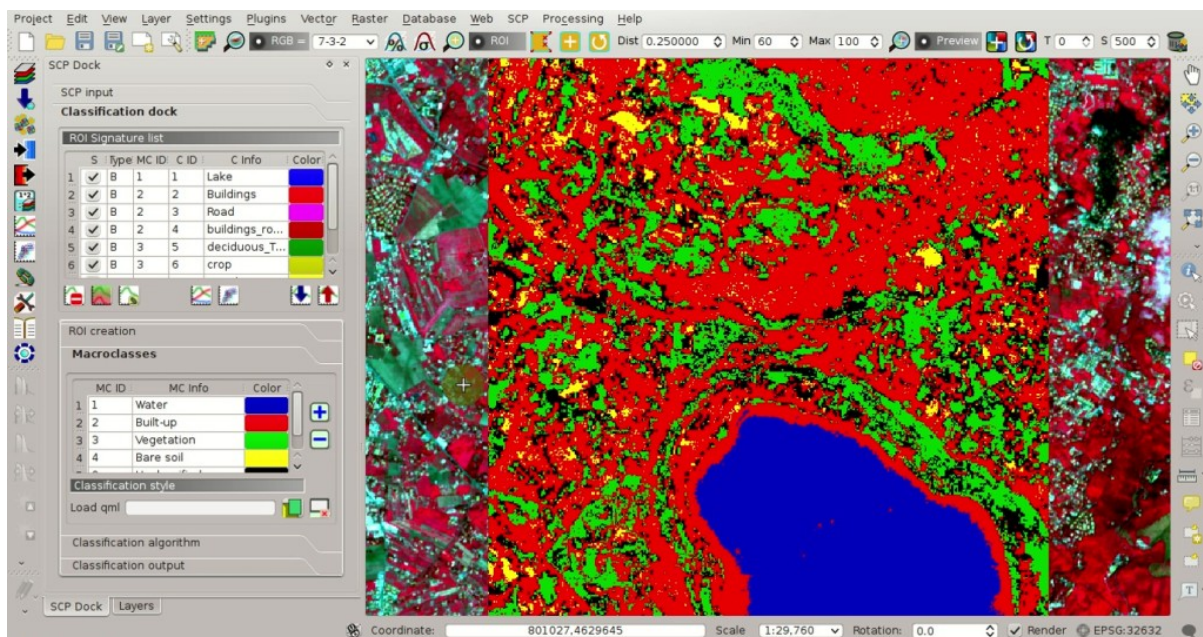



Fig. 20.26: Приклад попереднього перегляду на основі MC ID

ктральні сигнатури (особливо у випадку багатоспектральних знімків). Якщо спектральні сигнатури, які використовуються для класифікації, занадто подібні, то пікселі можуть бути класифіковані некоректно, оскільки алгоритм не в змозі правильно відокремити ці сигнатури. Тому доцільно проводити оцінку *Спектральна відстань* (page 163) сигнатур для того, щоб знайти подібні спектральні сигнатури, які повинні бути видалені. Звичайно ж, концепція відстані залежить від алгоритму, який застосовується для класифікації.

Простий спосіб оцінки подібності сигнатур це відображення графіка сигнатур. Для того, щоб відобразити графік сигнатур, у *Перелік сигнатур ROI* (page 41) виділіть дві або більше сигнатури

(клацанням в таблиці), потім клацніть кнопку . *Графік спектральних сигнатур* (page 125) відобразиться у новому вікні. Посуньте та збільшіть *Графік* (page 128) для того, щоб побачити, чи є сигнатури подібними (тобто дуже близькими). На наступному рисунку ми можемо бачити графік сигнатур різних матеріалів.

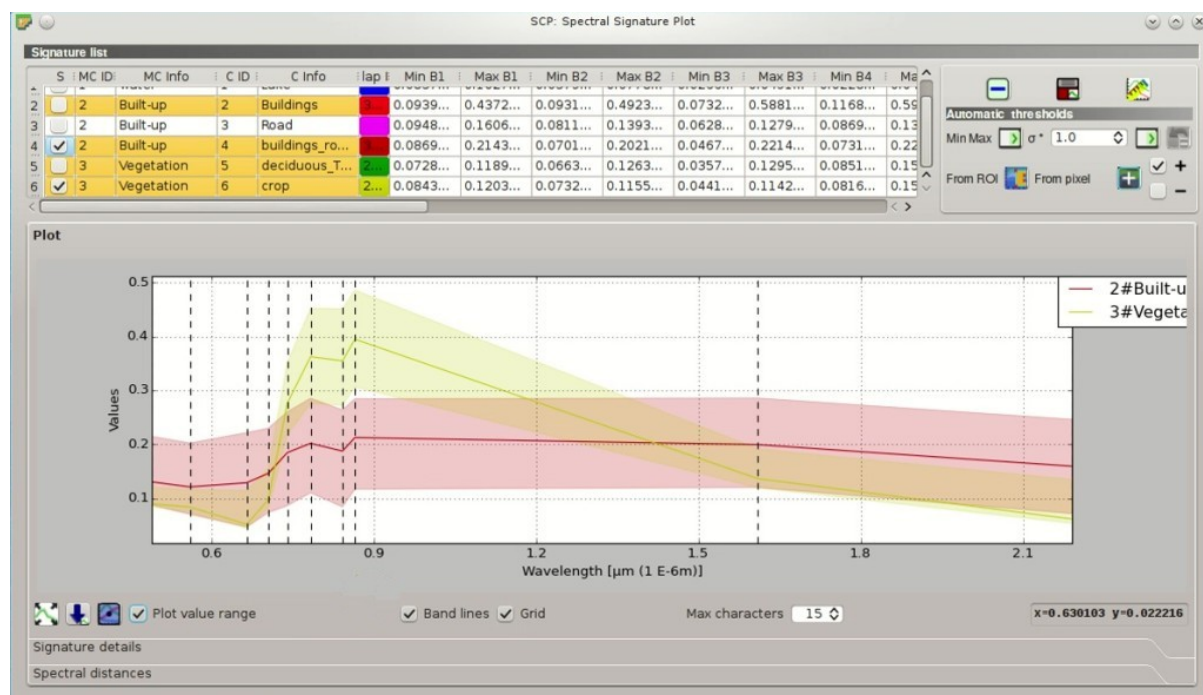



Fig. 20.27: *Графік спектральних сигнатур*

На графіку ми можемо бачити лінію кожної сигнатури (зображену кольором, що визначений у *Перелік сигнатур ROI* (page 41)) та спектральний діапазон (мінімум та максимум) кожного каналу (напівпрозора область подібна за кольором до лінії сигнатури). Чим більша напівпрозора область сигнатури, тим більше стандартне відхилення, а відтак і неоднорідність пікселів, що формують цю сигнатуру. Значення спектральної сигнатури відображаються у *Характеристика сигнатур* (page 130).

Додатково ми можемо розрахувати спектральні відстані сигнатур (для більш докладної інформації див. *Спектральна відстань* (page 163)). Виділіть дві або більше спектральні сигнатури клацанням

в таблиці *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127), після цього клацніть кнопку ; відстані будуть розраховані для кожної пари сигнатур. Тепер відкрийте вкладку *Спектральні відстані* (page 130); ми можемо бачити, що подібність між сигнатурами змінюється відповідно до алгоритму.

Наприклад, дві сигнатури можуть бути дуже подібними для *Картографування спектрального кута* (page 159) (дуже маленький *Спектральний кут* (page 163)), але вельми віддаленими для *Максимальної вірогідності* (page 158) (значення *Відстань Джефріса-Мацусіти* (page 163) близько 2). На подібність сигнатур впливає подібність матеріалів (залежно від кількості спектральних каналів, доступних у *Вхідовому знімку*); також на сигнатури впливає спосіб створення ROI.

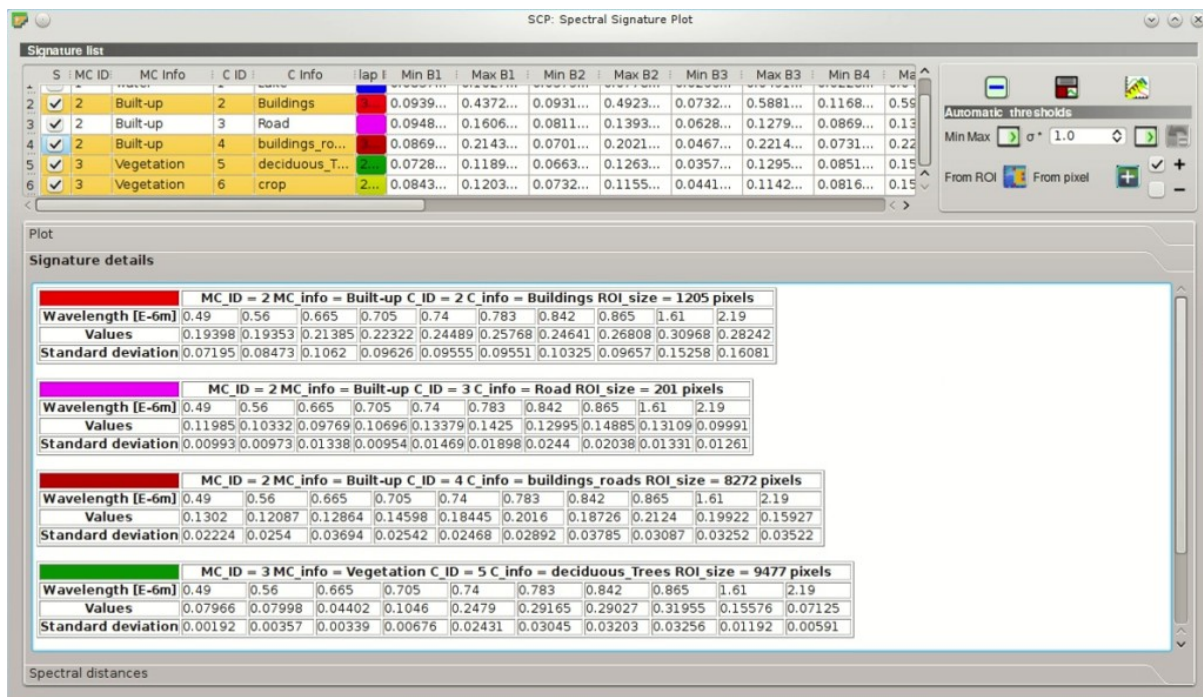


Fig. 20.28: Значення спектральної сигнатури

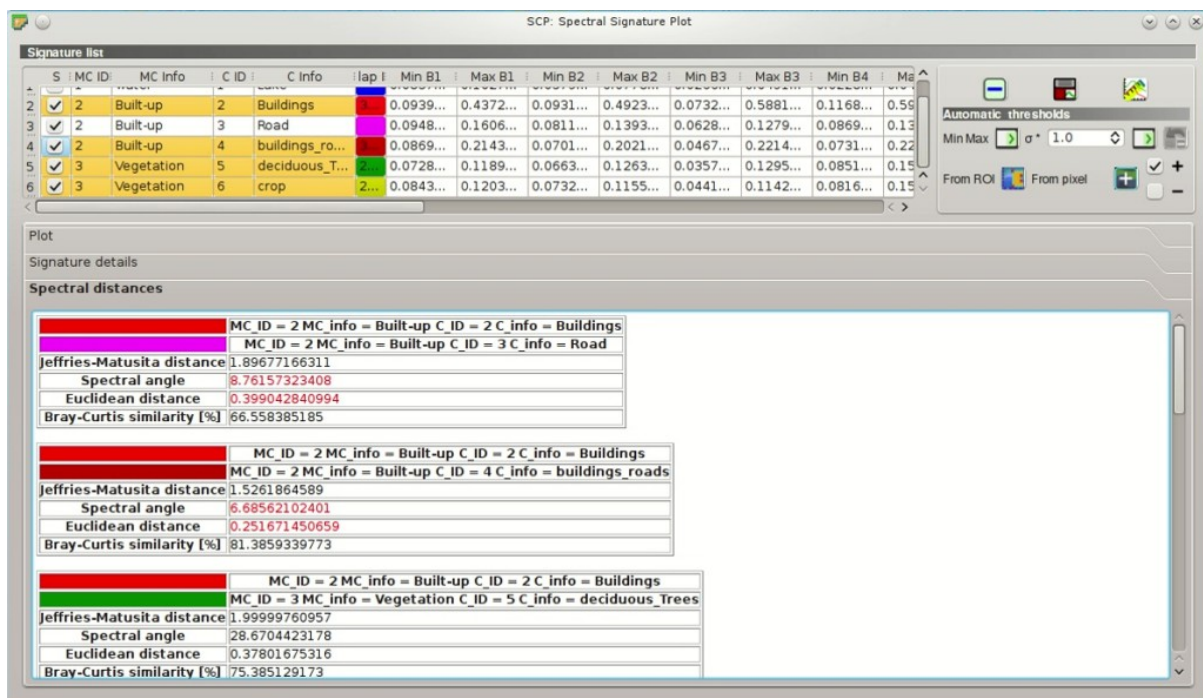




Fig. 20.29: Спектральні відстані

Створіть результат класифікації

Повторіть декілька разів етапи *Створіть ROI* (page 201), *Створіть попередній перегляд результатів класифікації* (page 207) та *Оцініть спектральні сигнатури* (page 207), поки попередні перегляди класифікації не покажуть добрі результати.

Для того, щоб розпочати класифікацію всього зображення, відкрийте вкладку *Результат класифікації* (page 46), клацніть кнопку  та визначте назву виходового результату класифікації.

ПОРАДА : Для того, щоб зменшити обчислювальний час, встановіть *Доступну RAM (Мб)* у налаштуваннях *RAM* (page 121); рекомендоване значення - половина системної RAM.

Якщо у налаштуваннях *Процес класифікації* (page 121) увімкнено  *Давати звуковий сигнал по закінченні*, то після завершення процесу подається звуковий сигнал.

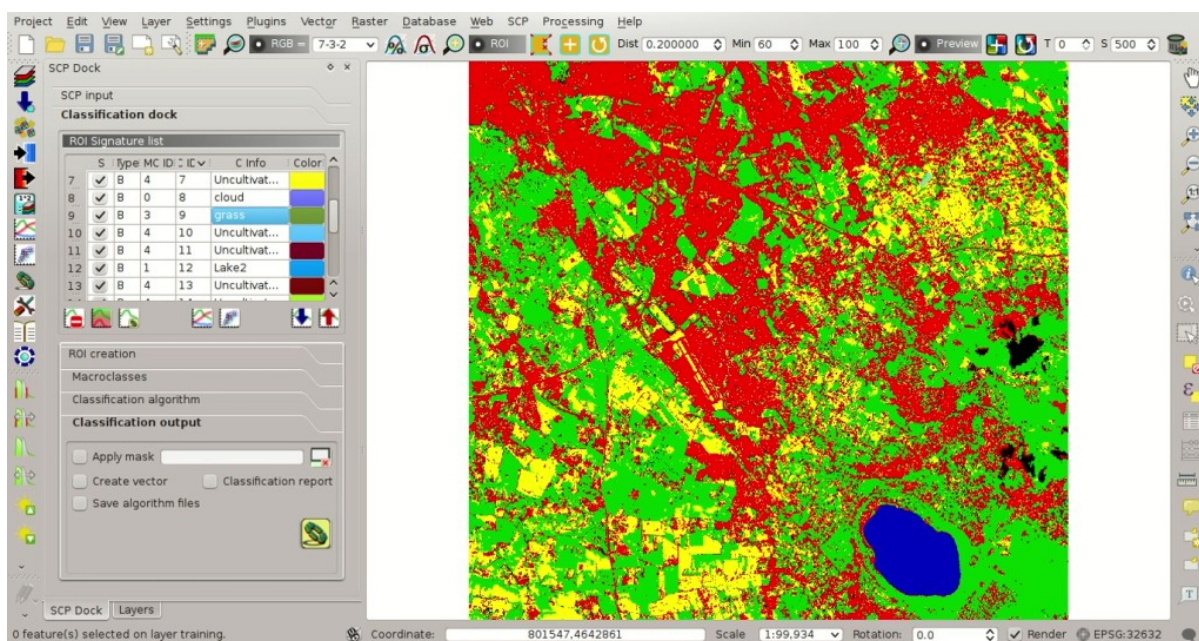


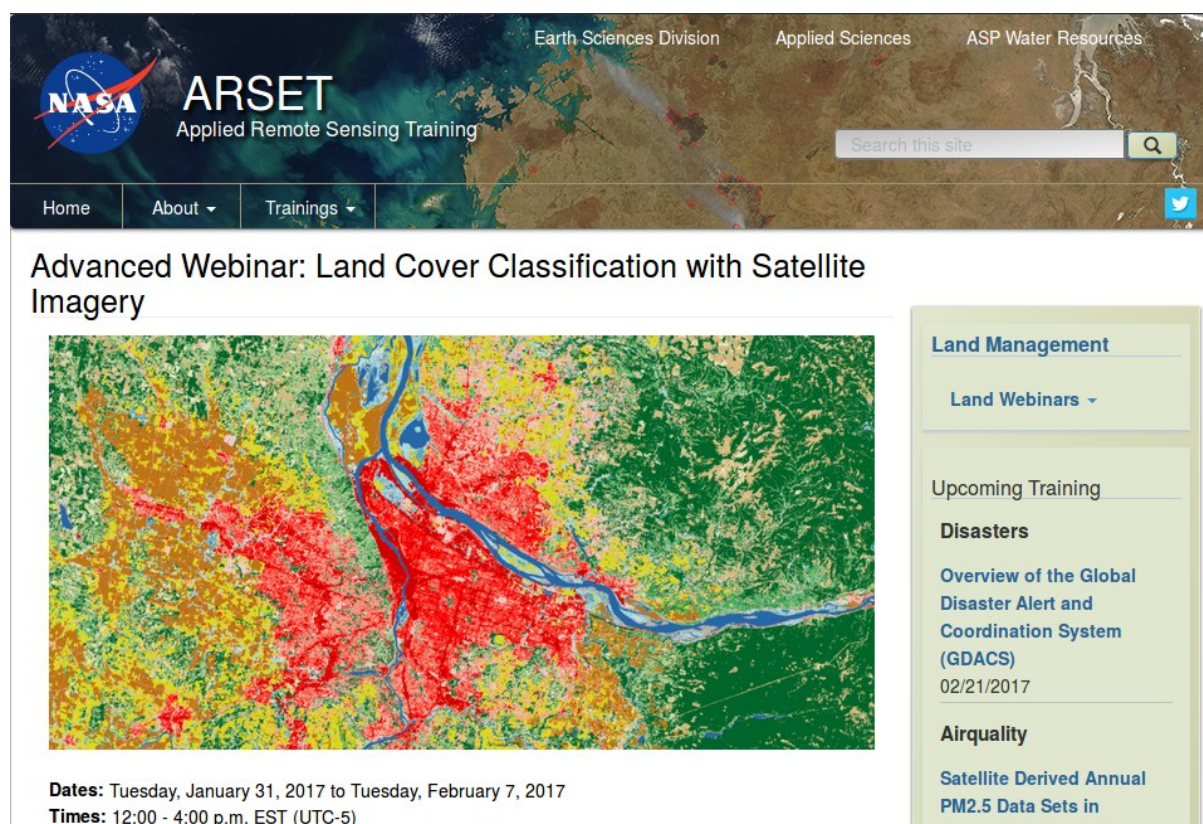
Fig. 20.30: Класифікація

Варто зазначити, що *SCP* забезпечує й іншими інструментами та техніками, які можуть покращити результати класифікації. Вони описані у *Тематичні навчальні матеріали* (page 217).

Вебінар NASA ARSET

NASA ARSET це програма сприяння отриманню та використанню супутникових даних NASA для підтримки рішень, яка реалізується за допомогою онлайн-вебінарів та очних семінарів.

NASA ARSET провела вебінар **Класифікація земельних покривів з застосуванням супутникових знімків**, який охоплювала такі цікаві теми як доступ до та завантаження даних Landsat та опанування основних етапів реалізації керованої класифікації з застосуванням *SCP*.



The screenshot displays the NASA ARSET (Applied Remote Sensing Training) website. The header features the NASA logo, the ARSET title, and navigation links for Earth Sciences Division, Applied Sciences, and ASP Water Resources. A search bar is also present. The main content area highlights an "Advanced Webinar: Land Cover Classification with Satellite Imagery" with a corresponding satellite image showing land cover classification. To the right, a sidebar lists various training topics including Land Management, Land Webinars, Upcoming Training, Disasters, and Airquality.

Advanced Webinar: Land Cover Classification with Satellite Imagery

Dates: Tuesday, January 31, 2017 to Tuesday, February 7, 2017
Times: 12:00 - 4:00 p.m. EST (UTC-5)

Land Management
Land Webinars ▾

Upcoming Training
Disasters
Overview of the Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS)
02/21/2017

Airquality
Satellite Derived Annual PM2.5 Data Sets in

Fig. 21.1: Вебсайт NASA ARSET

Вебінар складається з двох частин:

- Вступ до класифікації земельного покриття та QGIS
- Вдосконалення керованої класифікації земельного покриття

Вебінар надзвичайно змістовний і я рекомендую переглянути записи. Зокрема, проілюстровано *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161) під час вправи у другій частині.

Слайди презентацій англійською та іспанською мовами, а також записи обох частин вільно доступні за цим посиланням <https://arset.gsfc.nasa.gov/land/webinars/advanced-land-classification>.

Велика подяка NASA ARSET за внесок у навчання дистанційному зондуванню з застосуванням вільного програмного забезпечення.

Після проходження цих навчальних матеріалів будь ласка зверніть увагу на *Тематичні навчальні матеріали* (page 217) .

Частина VI

Тематичні навчальні матеріали

Нижче наведено перелік тематичних навчальних матеріалів. Перш ніж переходити до їх вивчення, рекомендовано ознайомитись з *Базові навчальні матеріали* (page 179).

Tutorial: Land Cover Signature Classification

- *Create the Band Set* (page 219)
- *Create the ROIs and Define the Spectral Thresholds* (page 221)
- *Land Cover Classification* (page 226)
- *Other Tutorials* (page 228)






This tutorial is about the *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161). It is assumed that one has the basic knowledge of *SCP* and *Базові навчальні матеріали* (page 179).

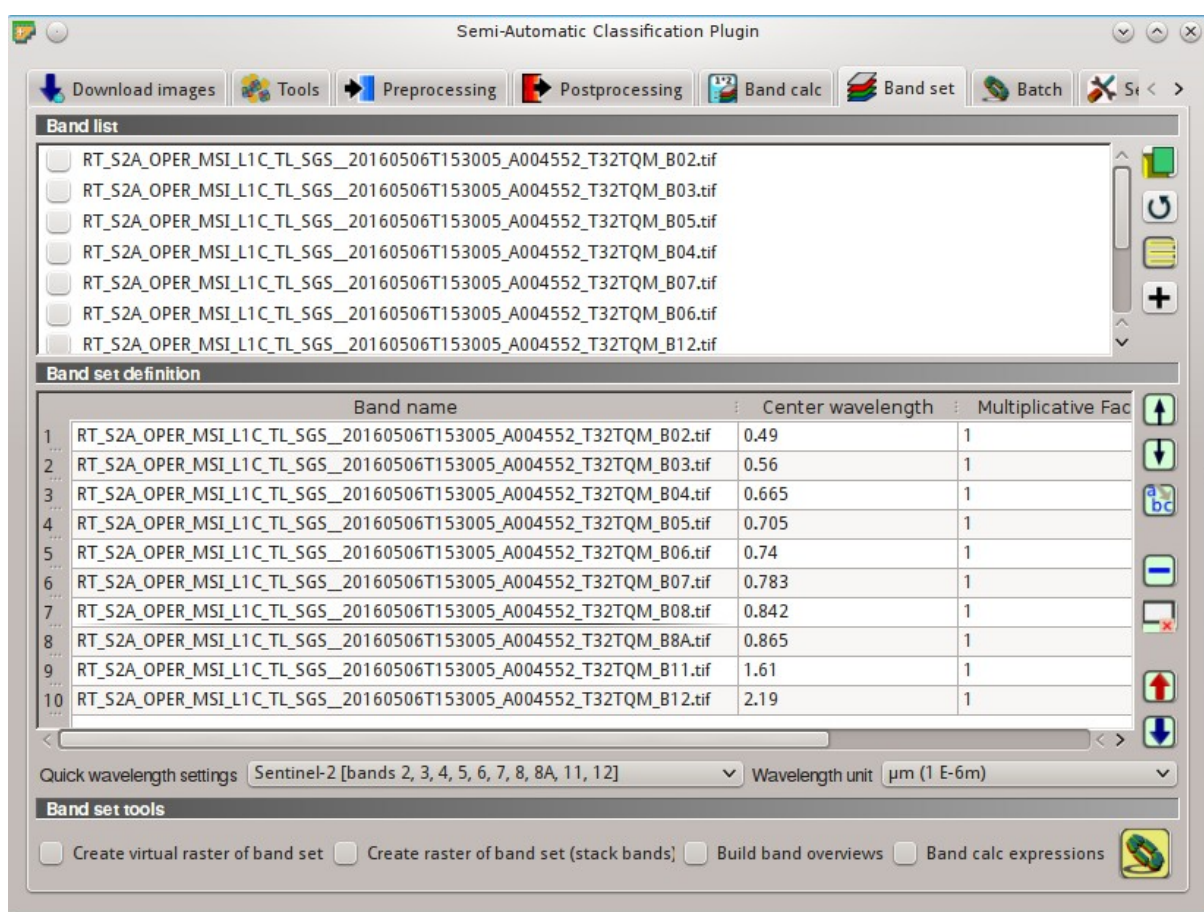
Following the video of this tutorial.

<http://www.youtube.com/watch?v=wUr5ZjpWBo0>

First download the sample image from [this link](#) (© Copernicus Sentinel data 2016) which is a Sentinel-2 image, and unzip the file.

Create the Band Set

Open the tab  *Набір каналів* (page 111), click the button  and select the bands of the downloaded Sentinel-2 image. In the table *Band set definition* order the band names in ascending order (click  to sort bands by name automatically), then highlight band 8A (i.e. single click on band name in the table) and use the buttons  or  to place this band at number 8. Finally, select *Sentinel-2* from the list *Quick wavelength settings*, in order to set automatically the *Center wavelength* of each band and the *Wavelength unit* (required for spectral signature calculation).

Fig. 22.1: *Band set definition*

Create the ROIs and Define the Spectral Thresholds

In the *Панель SCP* (page 37) click the button  and define a file name for the *Training input*. We are going to create ROIs similarly to *Навчальний практикум 2: Класифікація земельного покриття за знімками Sentinel-2* (page 193).

We are going to use the following Macroclass IDs (see *Класи та макрокласи* (page 157)).

Macroclasses

Macroclass name	Macroclass ID
Water	1
Built-up	2
Vegetation	3
Bare soil	4

In addition, we can mask clouds in the image, creating ROIs of clouds and assigning the special *MC ID* = 0.

In the list *RGB=* of *Робоча панель* (page 33) define a *Кольоровий композит* (page 151) such as RGB = 3-2-1 or RGB = 7-3-2.

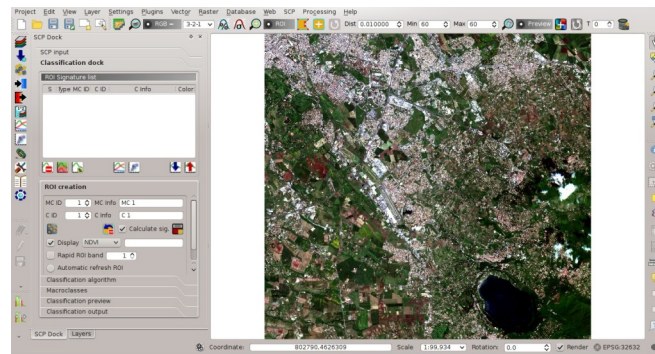


Fig. 22.2: Color composite

Now create some ROIs. ROIs are used in *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161) for defining a spectral region. The *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161) can use additional classification algorithms for pixels falling inside overlapping regions or outside any spectral region (in this tutorial we are going to use *Мінімальної відстані* (page 158)), therefore it is important that ROIs are homogeneous in order to train correctly the additional algorithm. Following the ROI creation we are going to change the signature thresholds in the *Порогові величини LCS* (page 73).

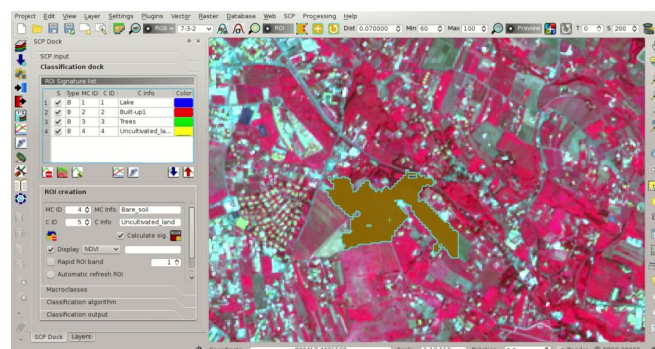



Fig. 22.3: ROI creation

After the ROI creation, in the *Перелік сигнатур ROI* (page 41) highlight these spectral signatures,

then click the button .

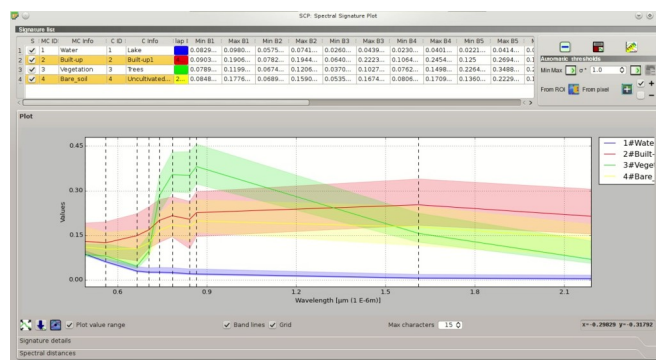



Fig. 22.4: *Signature plot*

Spectral signatures are displayed with the respective colors; also, the semi-transparent area represents the spectral range of each ROI. The minimum and maximum values of these spectral range are displayed in the *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127). You can manually edit these ranges or use the tools *Автоматичні порогові величини* (page 127). It is worth noticing the same spectral ranges (of spectral signatures in *Перелік сигнатур ROI* (page 41)) are displayed in the *Порогові величини сигнатур* (page 72).

In *Алгоритм класифікації* (page 45) select *Use*  *LCS* to use the in *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161). Now create a classification preview over the lake (see *Створіть попередній перегляд результатів класифікації* (page 207)).

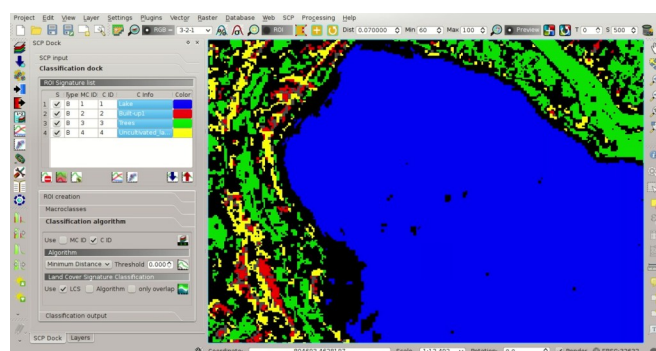





Fig. 22.5: *Classification preview*

You can see that several pixels are unclassified (black) because they are outside any spectral range. In the *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127) highlight a signature of macroclass **Water** and click the

button *From pixel* . This tool allows you to extend the spectral range to include a pixel signature. Click an unclassified pixel in the map over the lake; you should see that the spectral range of highlighted signature is larger now. Click the button  in the *Робоча панель* (page 33).

Now the area classified as water is larger and should include the pixel that was clicked before. Create a temporary ROI over the unclassified area of the lake and click the button *From ROI* .

This way, the spectral range is extended to include the minimum and maximum value of this ROI for each band.

Creating another classification preview we can see that the classified area is extended according to the temporary ROI.

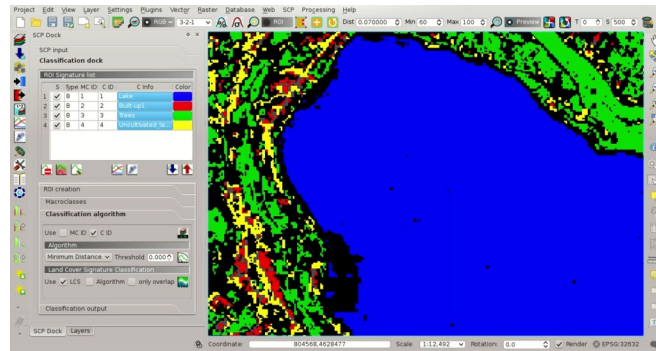


Fig. 22.6: Classification preview

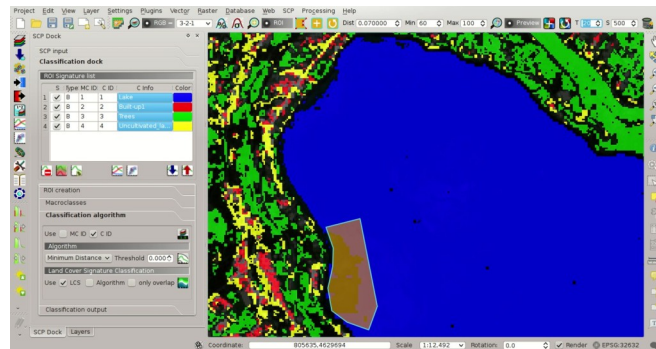


Fig. 22.7: Signature plot: the spectral range is extended

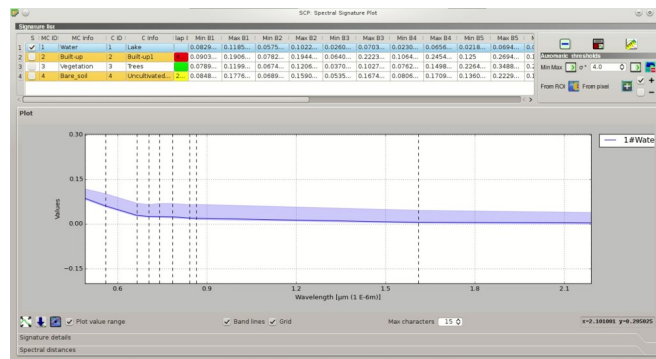


Fig. 22.8: Signature plot: the spectral range is extended

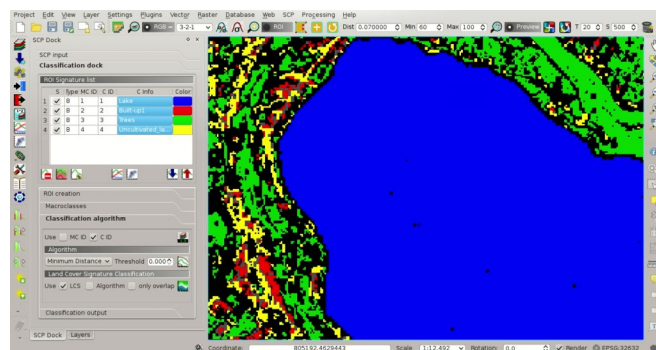



Fig. 22.9: Classification preview

You can extend the spectral range to classify the whole lake as water.

TIP : During ROI creation, click the button  in *Робоча панель* (page 33) and right click on the map for displaying the spectral signature of a pixel in the *Графік спектральних сигнатур* (page 125). This can be useful for assessing unclassified pixels and extend one or more spectral ranges.

Particular attention should be posed on the spectral similarity of classes. For instance soil and built-up can have very similar spectral signatures. Therefore, several ROIs should be collected in the attempt to separate these classes.

Spectral ranges should not overlap in order to avoid unclassified pixels. In the following figure, two signatures have overlapping ranges (it means that potentially there is a signature whose values fall in two classes); these signatures are highlighted in orange in the *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127) (also in the *Порогова величина LC* (page 75)) and the combinations MC ID - C ID of overlapping signatures are displayed in the column *Color [overlap MC_ID-C_ID]*.

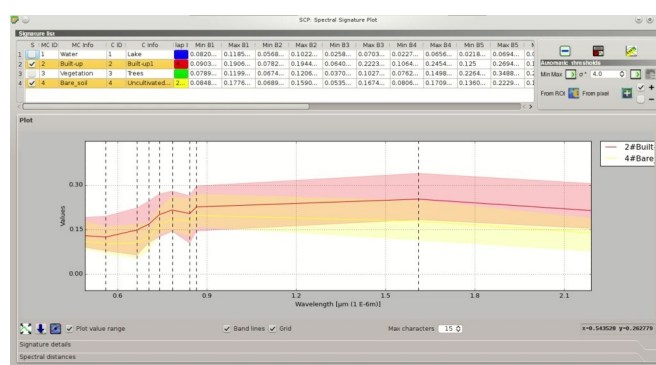









Fig. 22.10: Overlapping signatures

It is possible to reduce the range with the button *From ROI*  or *From pixel*  if the checkbox  – is checked. In this case, the range is reduced to exclude the values of selected pixels or ROIs.

In addition, it is possible to edit the range directly from the plot. In the *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127) highlight a signature, click the button , then click inside the plot to extend or reduce the range. As a general procedure, you should compare spectral signatures and identify one or more values that could separate the overlapping ranges (if spectral ranges are not overlapping at least in one band then classes are correctly separated).

In case two spectral regions belonging to different classes are overlapping, you should consider reducing the ranges, collecting other spectral signatures with reduced ranges, or extending the spectral range of one signature to include the range of the other spectral signature that will be deleted. For instance, it could be convenient to create two spectral ranges (with two spectral signatures) for the same class in order to easily separate a third spectral signature whose values are comprised between the minimum and maximum values of the other two ranges.

TIP : Check the  *Automatic plot* to display automatically the plot of a temporary ROI in the *Графік спектральних сигнатур* (page 125), and assess the spectral range before saving the ROI.

Now check  *MC ID* in *Алгоритм класифікації* (page 45). When  *MC ID* is checked, the classification is performed using all the spectral signatures (without any modification of original spectral values) but assigning the macroclass code. Moreover, only overlapping signatures belonging to different macroclasses are highlighted in *Відобразити Перелік сигнатур* (page 127). This allows spectral signatures sharing the same MC ID to be overlapping.

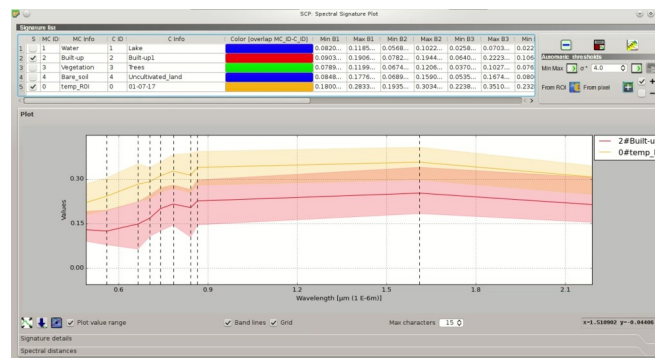


Fig. 22.11: The plot of a temporary ROI

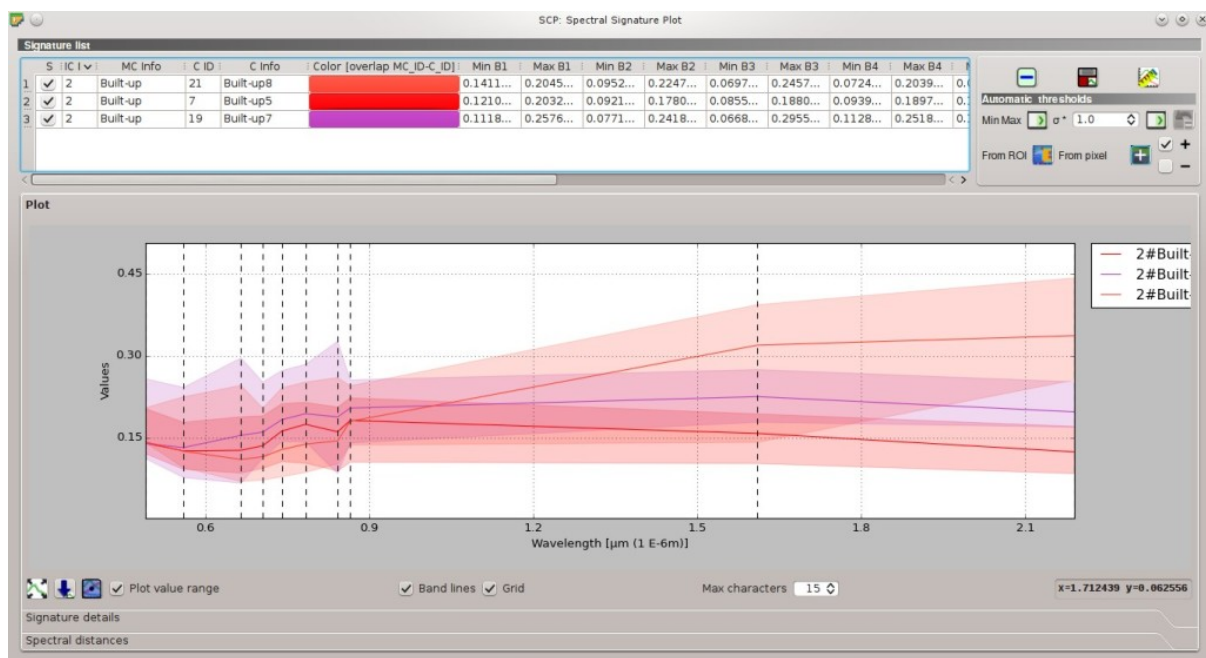


Fig. 22.12: Overlapping regions belonging to the same MC ID

Also, open the tab *Порогові величини LCS* (page 73) for checking the overlap of all the spectral signatures saved in the *Training input*.

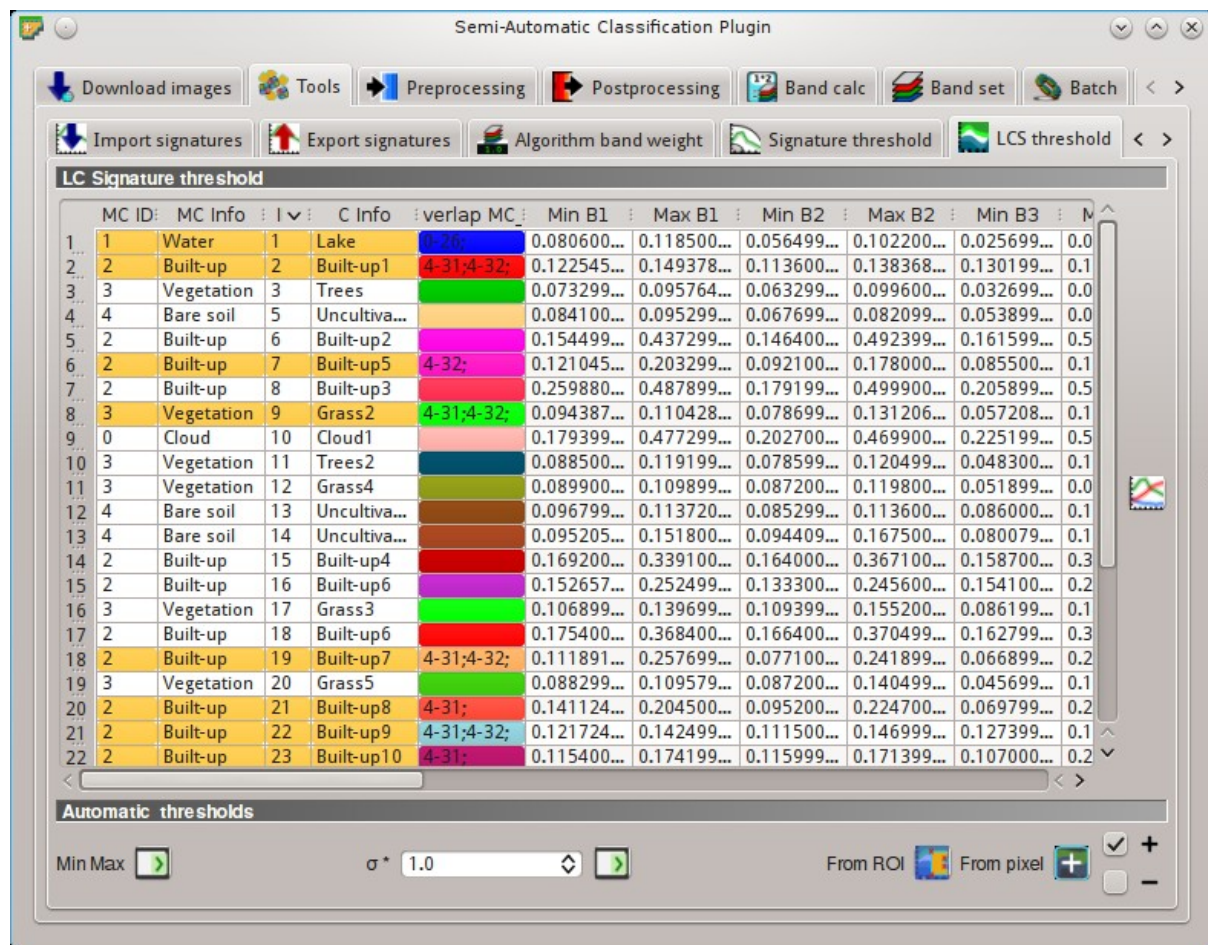




Fig. 22.13: *LCS threshold*. Overlapping regions are highlighted in orange

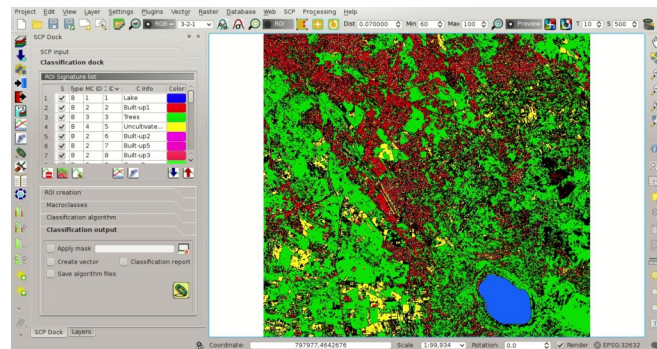
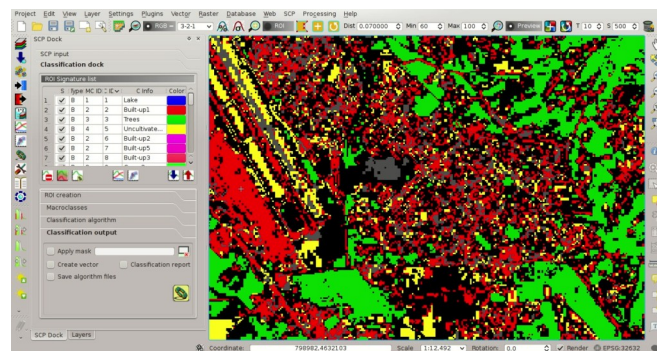
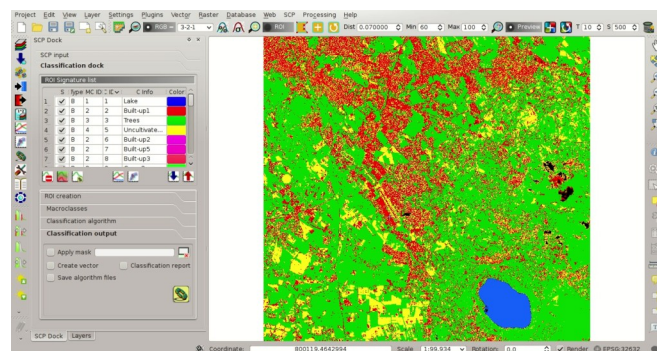
Land Cover Classification

After the creation of several ROIs and the definition of spectral ranges, we can perform the classification for the whole image.




Having selected ☒ *MC ID* and ☒ *LCS* in *Алгоритм класифікації* (page 45), click the button  in the *Результат класифікації* (page 46) and select an output destination. After the processing, the classification will be displayed in QGIS.

Unclassified pixels, displayed in black, are pixels whose spectral signature is not completely contained in any spectral region. Also, pixels contained in more than one spectral region (having different *MC ID*) are classified as *Class Overlap*.

We could create other spectral regions in order to classify all the unclassified pixels. Alternatively, we can use the selected *Алгоритм* (page 46) for classifying those pixels. Check the ☒ *Algorithm* in *Класифікація сигнатур земельного покриття* (page 46) and select the *Мінімальної відстані* (page 158) in *Алгоритм* (page 46); then click the button  in the *Результат класифікації* (page 46).

Fig. 22.14: *LCS classification*Fig. 22.15: *LCS classification. Class Overlap*Fig. 22.16: *LCS classification. Classification using the additional classification algorithm*

Pixels that were unclassified by *LCS* now are classified using the *Мінімальної відстані* (page 158), which compares calculates the Euclidean distance between pixels and spectral signatures. Black pixels are clouds classified using the special *MC ID* = 0.

In addition, we can use the *Мінімальної відстані* (page 158) to classify only pixels that were labelled *Class Overlap* by *LCS*, leaving unclassified pixels whose spectral signature is not completely contained in any spectral region. Check  *only overlap* in *Класифікація сигнатур земельного покриття* (page 46), leaving checked  *Algorithm*; then click the button  in the *Результат класифікації* (page 46).

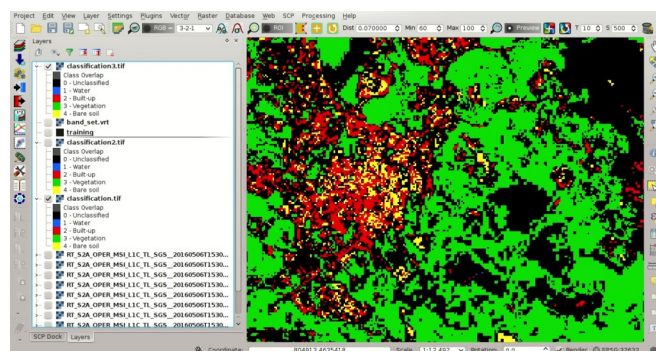


Fig. 22.17: *LCS* classification. Classification using the additional classification algorithm only for *Class Overlap*

The *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161) can be useful for the classification of a single land cover class, defining only the spectral ranges that identify our objective. For instance, if we were interested in built-up classification only, we could collect only ROIs for this class, obtaining a classification such as in the following image.

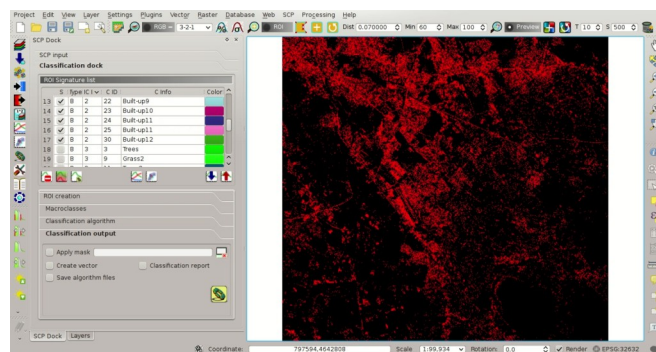


Fig. 22.18: *LCS* classification. Classification of the class *Built-up*

Other Tutorials

For other tutorials visit the blog [From GIS to Remote Sensing](#) .

Tutorial: Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER

- *Data Download and Conversion* (page 230)
- *Clip to Study Area* (page 232)
- *Land Cover Classification* (page 234)
- *Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values* (page 235)
- *Conversion from At-Satellite Temperature to Land Surface Temperature* (page 239)
- *Data Download and Conversion of ASTER Image* (page 239)
- *Clip to Study Area of ASTER image* (page 242)
- *Land Cover Classification of ASTER Image* (page 242)
- *Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values of ASTER Image* (page 246)
- *Conversion from At Satellite Temperature to Land Surface Temperature of ASTER Image* (page 246)
- *Other Tutorials* (page 249)

This tutorial is about the estimation land surface temperature using *Супутник Landsat* (page 148) and *Супутник ASTER* (page 150) images. In this tutorial we are going to use a **land cover classification** for the definition of **surface emissivity**, which is required for the calculation of the **land surface temperature**. It is assumed that one has the basic knowledge of *SCP* and *Базові навчальні матеріали* (page 179).

Our study area will be Paris (France), an area covered by urban surfaces, vegetation and agricultural fields.

Before downloading data, please watch the following video that illustrates the study area and provides very useful information about thermal infrared images, and their application (footage courtesy of European Space Agency/ESA). Also, a brief description of the area that we are going to classify is available [here](http://www.youtube.com/watch?v=Vjg5REQb-Bc) .

<http://www.youtube.com/watch?v=Vjg5REQb-Bc>

The **thermal infrared** band is particularly useful for assessing the temperature difference between the city and the surrounding rural areas, and studying the urban heat island phenomenon. We are

going to use **Landsat and ASTER images** for the estimation of land surface temperature. For more information about the conversion of raster bands please read *Перерахунок у яскравісну температуру на супутнику* (page 173). Following the video of this tutorial.

<http://www.youtube.com/watch?v=7W4IwlvPLbQ>

Data Download and Conversion


We are going to download the **Landsat 8** image acquired in 2015 (image ID = LC81990262015270LGN00, data available from the U.S. Geological Survey).

Start a new QGIS project. Open the tab *Завантаження знімків* (page 51) clicking the button  in the *Меню SCP* (page 29), or the *Інструменти SCP* (page 31), or the *Панель SCP* (page 37). Select the tab *Завантаження Landsat* (page 51).

In *Вхід до* <https://ers.cr.usgs.gov/> (page 52) you should enter the user name and password for accessing data (free registration at USGS EROS is required) in *User* and *Password*. However, in this case login should not be required because this Landsat 8 image is available directly from the [Amazon Web Services \(AWS\)](#).

In *Область пошуку* (page 52) enter:


- *UL X (Lon)*: 2
- *UL Y (Lat)*: 49
- *LR X (Lon)*: 2.5
- *LR Y (Lat)*: 48.8

TIP : In general it is possible to define the area coordinates clicking the button  and drawing a rectangle in the map.

In *Пошук* (page 52) select L8 OLI/TIRS from the list *Satellites* and set the acquisition date:

- *Date from*: 2015-09-27
- *to*: 2015-09-27

Now click the button *Find*  and after a few seconds the image will be listed in the **Image list**.

In the result table, click the item LC81990262015270LGN00 in the field *ImageID*, and click the button . A preview will be downloaded and displayed in the map, which is useful for assessing the quality of the image and the cloud cover.

Click the tab *Параметри завантаження* (page 53) and leave checked only the following bands:

- 2 = Blue
- 3 = Green
- 4 = Red
- 5 = Near-Infrared
- 6 = Short Wavelength Infrared 1
- 7 = Short Wavelength Infrared 2
- 10 = Thermal Infrared (TIRS) 1

Bands from 2 to 7 will be used for the land cover classification, and band 10 for the estimation of land surface temperature (see *Why using only Landsat 8 band 10 in the estimation of surface temperature?* (page 270)).

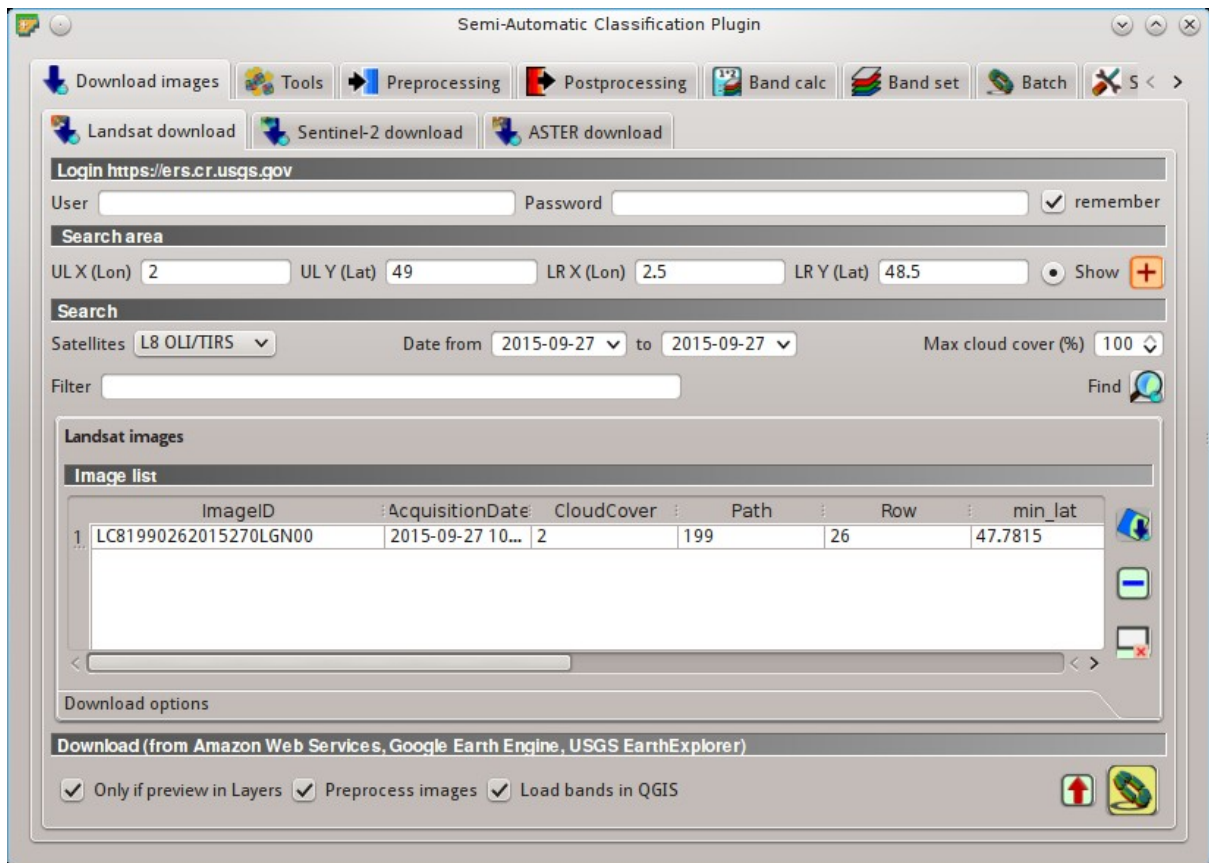


Fig. 23.1: Landsat search result

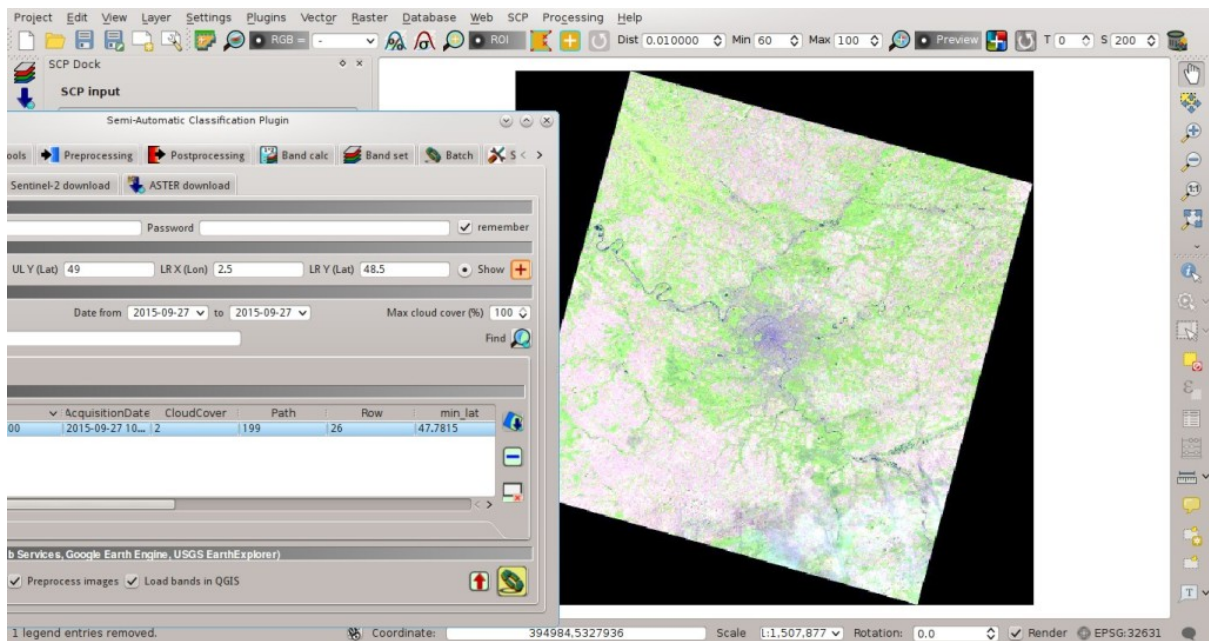


Fig. 23.2: Image preview

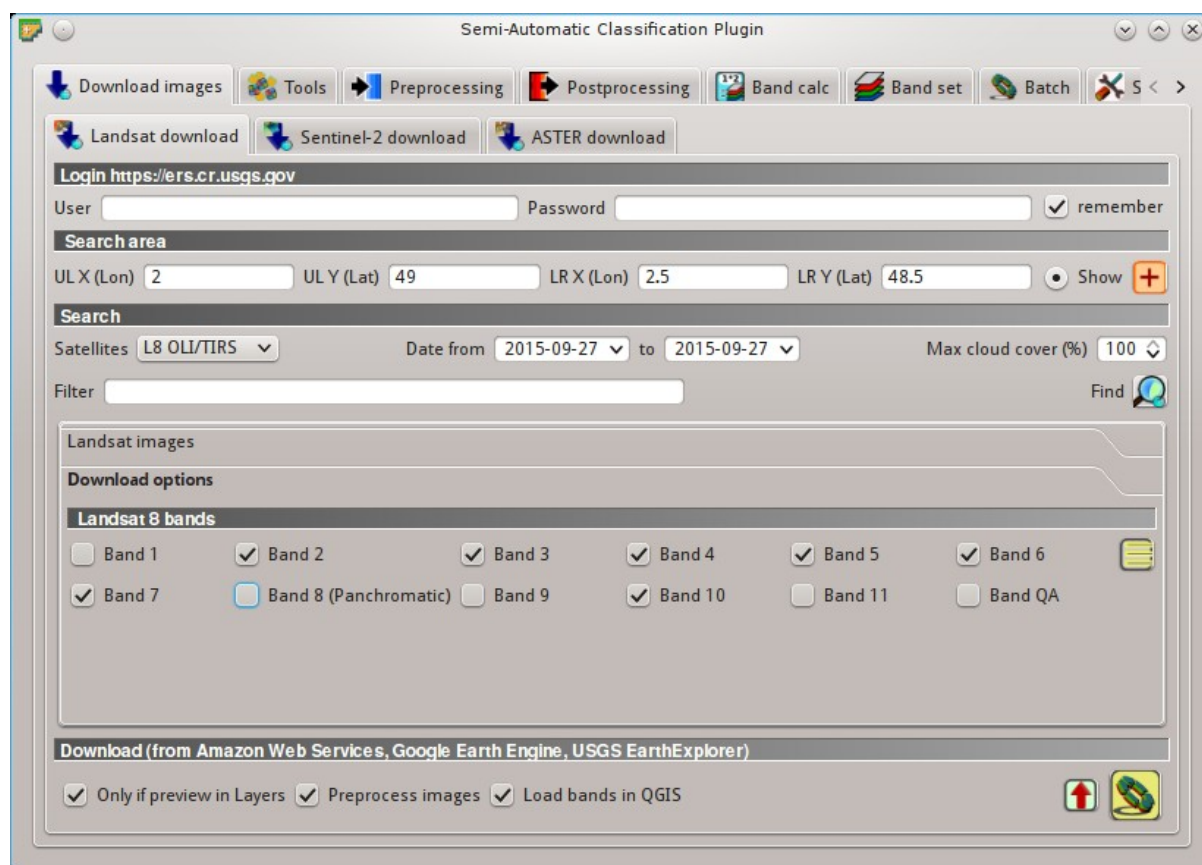









Fig. 23.3: Selection of bands for download

The checkbox  *Preprocess images* allows for the automatic conversion of bands after the download, according to the settings defined in *Landsat* (page 77); we are going to apply the *Корекція DOS1* (page 168). Bands from 2 to 7 will be converted to reflectance and band 10 will be converted to Atmospheric Brightness Temperature. Open the tab *Landsat* (page 77), check  *Apply DOS1 atmospheric correction* and uncheck  *Create Band set and use Band set tools* (we are going to create the *Band set* after the clip of the image to study area).

In order to start the **download and conversion process**, open the tab *Завантаження Landsat* (page 51), click the button  and select the directory where converted bands are saved (e.g. *Desktop*). After a few minutes, converted bands are loaded and displayed (file name starts with *RT_*).

Clip to Study Area

We are going to **clip the Landsat images** to our study area.

Open the tab *Передоброблення* (page 77) clicking the button  in the *Меню SCP* (page 29), or the *Інструменти SCP* (page 31), or the *Панель SCP* (page 37). Select the tab *Пакетне відтінання* *растрів* (page 85) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. Click the button  to select all the rasters to be clipped, and in *Координати відтінання* (page 85) type the following values:

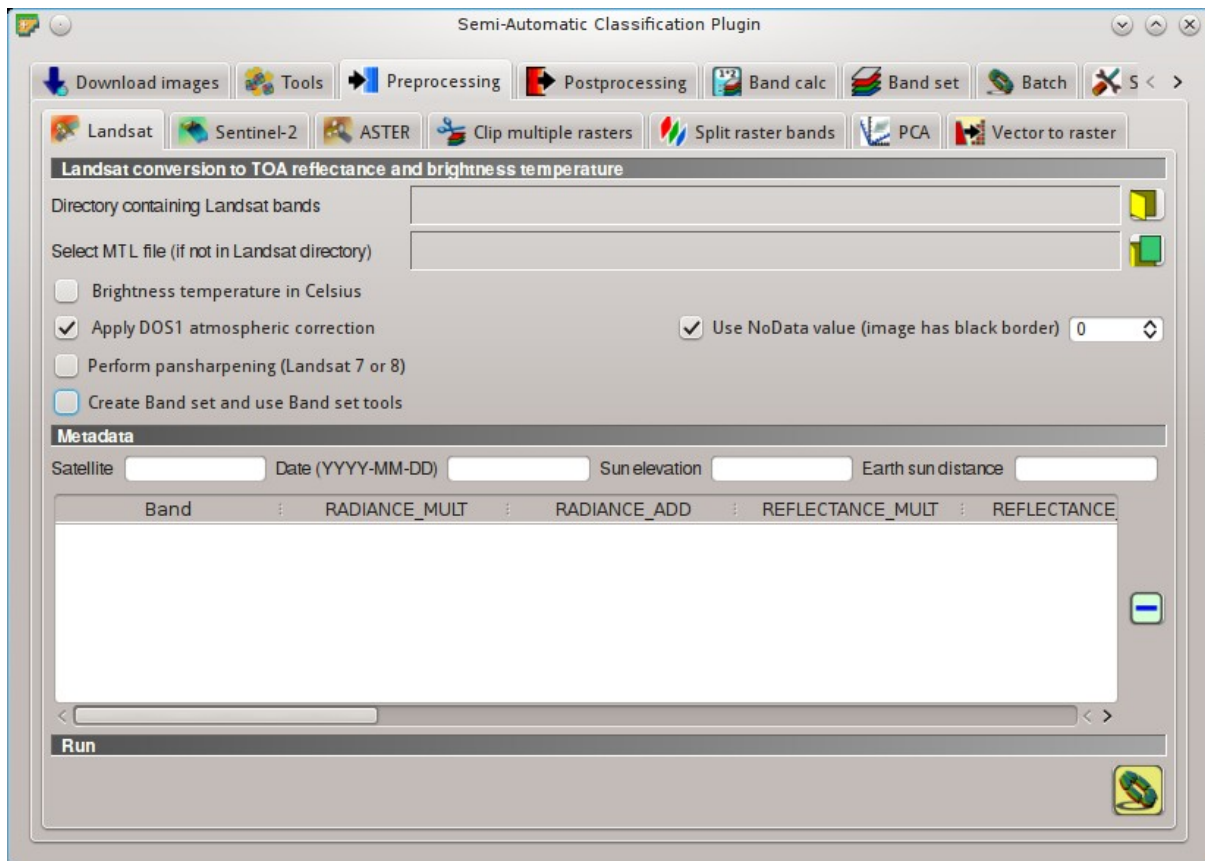


Fig. 23.4: Conversion settings

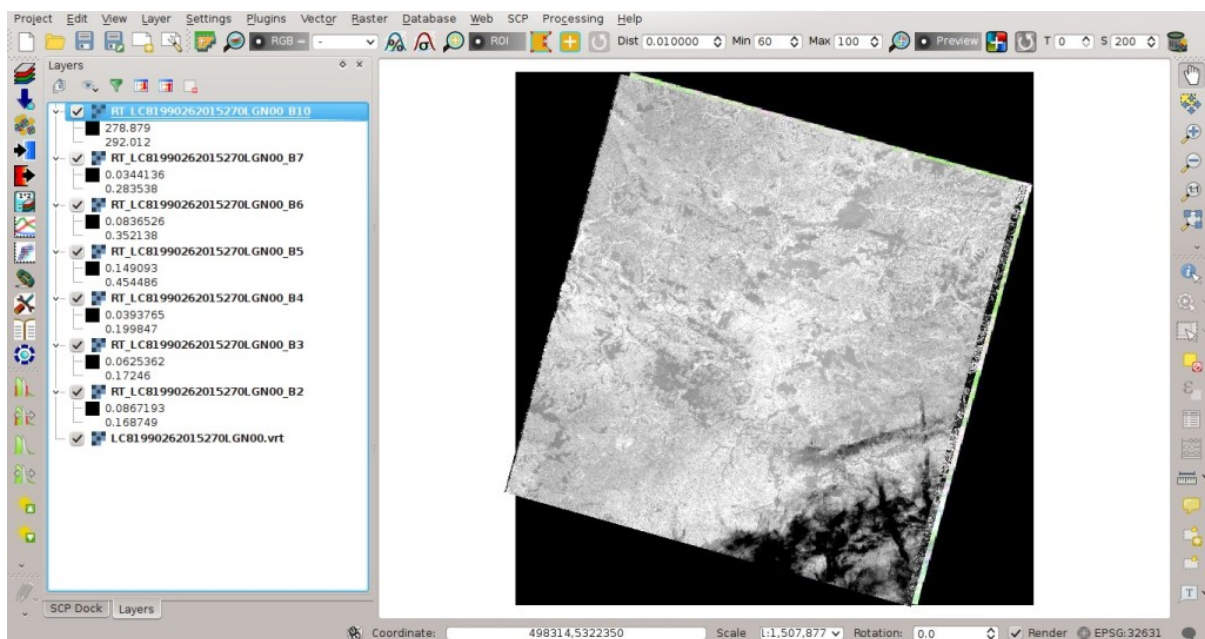
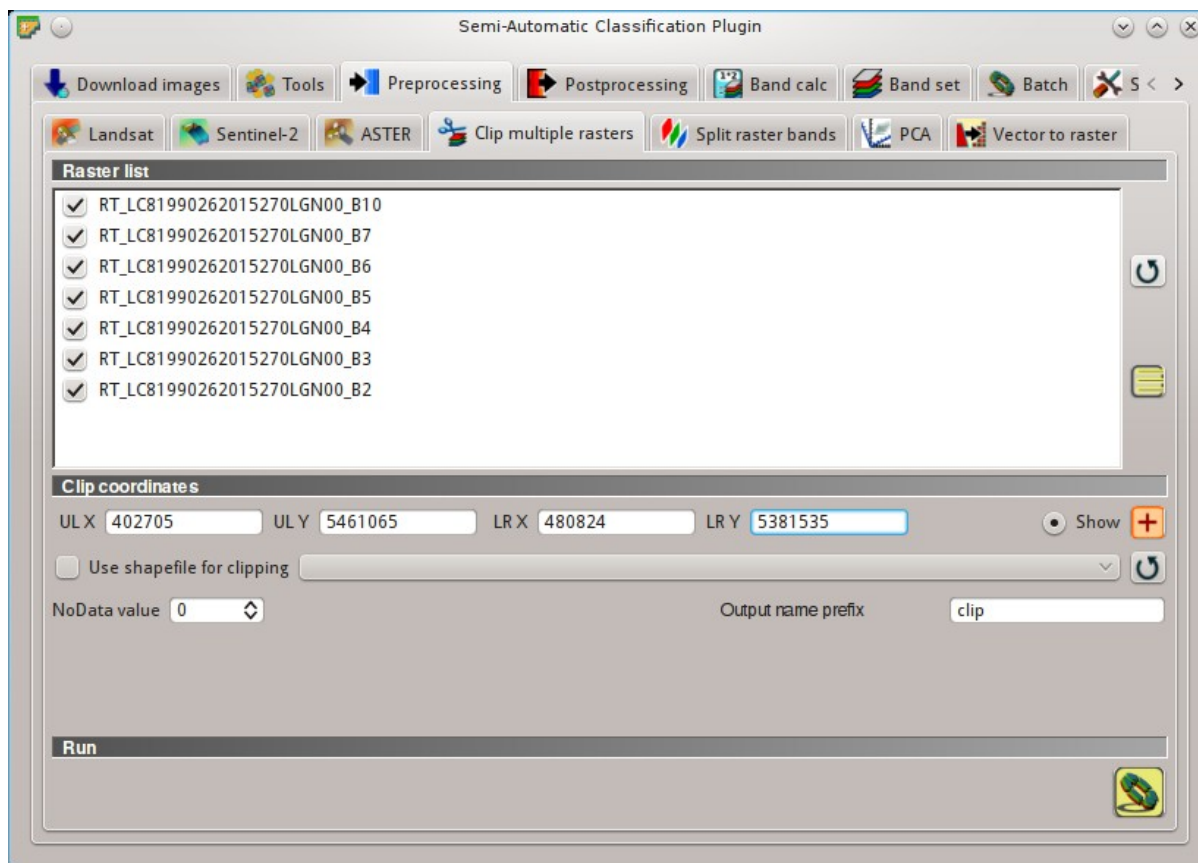



Fig. 23.5: Converted Landsat bands

- *UL X*: 402705
- *UL Y*: 5461065
- *LR X*: 480824
- *LR Y*: 5381535

Fig. 23.6: *Clip area*

Now click the button  and select the directory where clipped bands are saved (e.g. **Desktop**). Clipped bands have the prefix **clip_** and will be automatically loaded and displayed. We can remove the bands whose names start with **RT_** from QGIS layers.

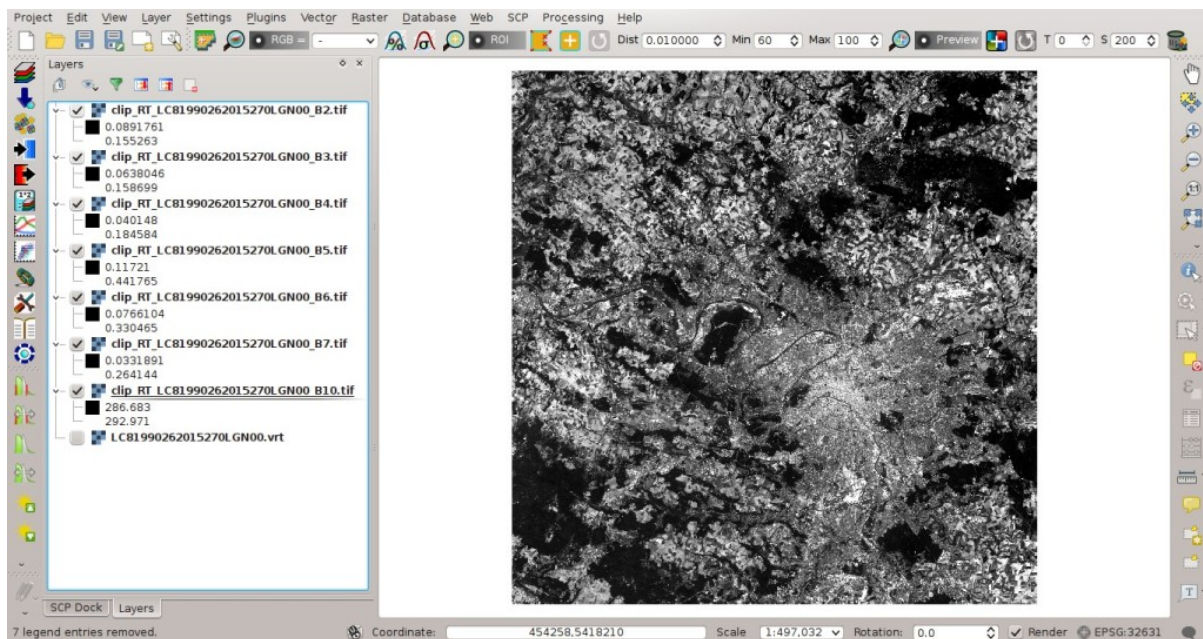
Land Cover Classification


Now we need to classify land cover, which will be used later for the creation of the emissivity raster. For detailed instructions about the **classification process** please see *Навчальний практикум 2: Класифікація земельного покриття за знімками Sentinel-2* (page 193).


We are going to use the following **Macroclass IDs** (see *Класи та макрокласи* (page 157)).

Macroclasses

Macroclass name	Macroclass ID
Water	1
Built-up	2
Vegetation	3
Bare soil	4


Fig. 23.7: *Clipped bands*

Open the tab *Набір каналів* (page 111) clicking the button  and define the Landsat 8 *Band set* using clipped bands from 2 to 7 (excluding band 10).

In the *Панель SCP* (page 37) click the button , define a file name for the *Training input*. In the list *RGB=* of *Робоча панель* (page 33) select 4-3-2 to display a false color composite corresponding to the bands: Near-Infrared, Red, and Green (see *Кольоровий композит* (page 151)).

After the creation of several ROIs for each land cover class, we can perform the classification of the whole image (see *Навчальний практикум 2: Класифікація земельного покриття за знімками Sentinel-2* (page 193)). After setting the colors of *MC ID* (in the tab *Макрокласи* (page 44) of the *Панель SCP*

(page 37)), in the tab *Алгоритм класифікації* (page 45) check the option  *MC ID* to use Macroclass IDs and select the classification algorithm *Максимальної вірогідності* (page 158).


Then, open the tab *Результат класифікації* (page 46), click the button  and define the name of the classification output.

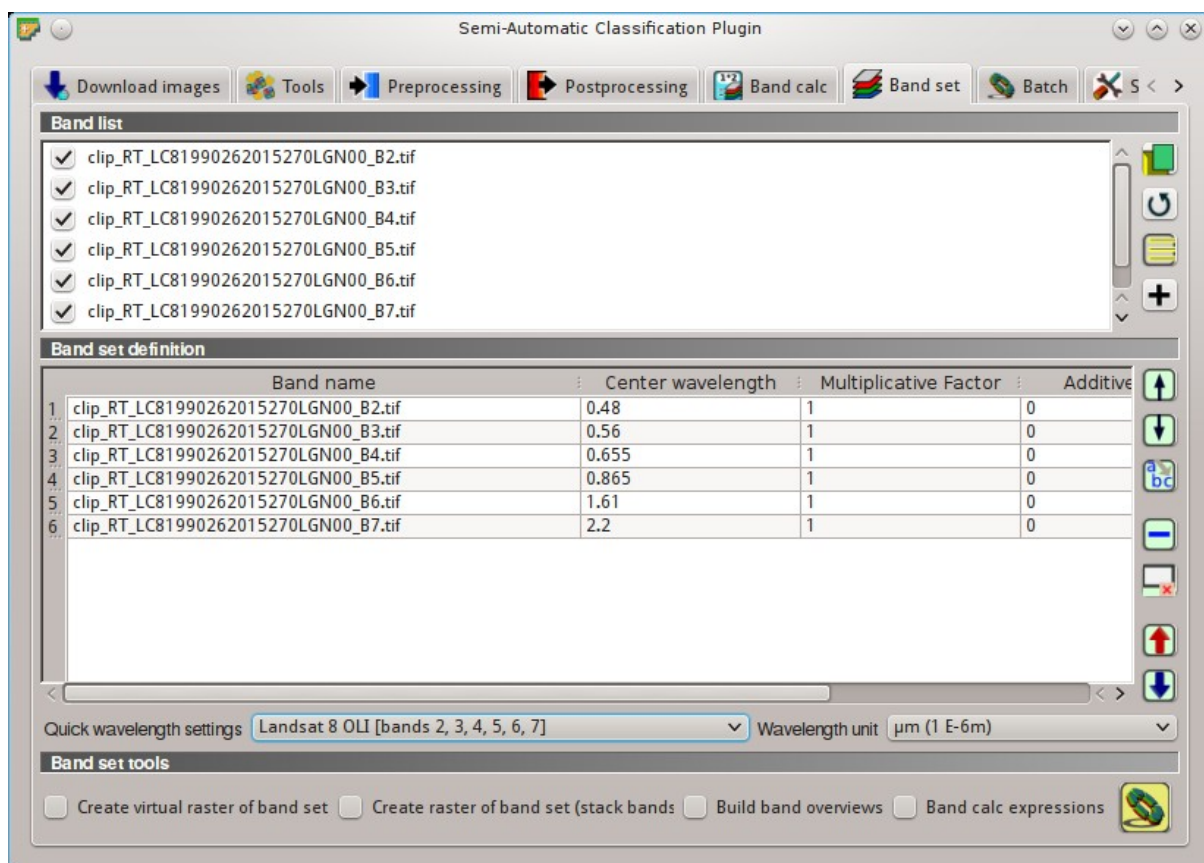
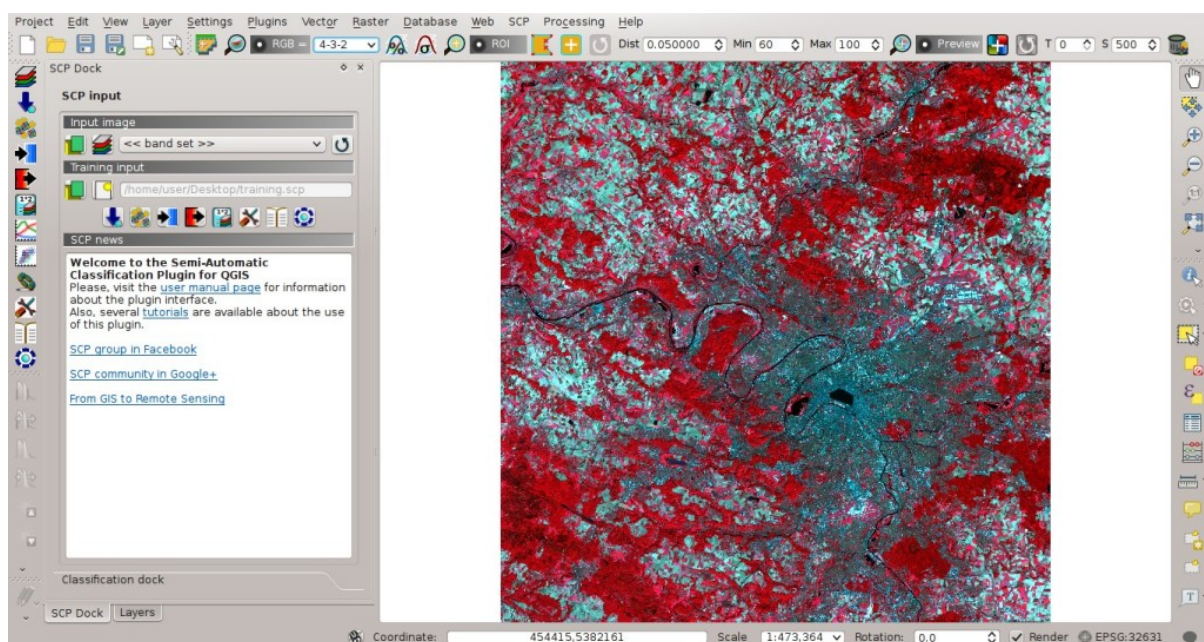
Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values

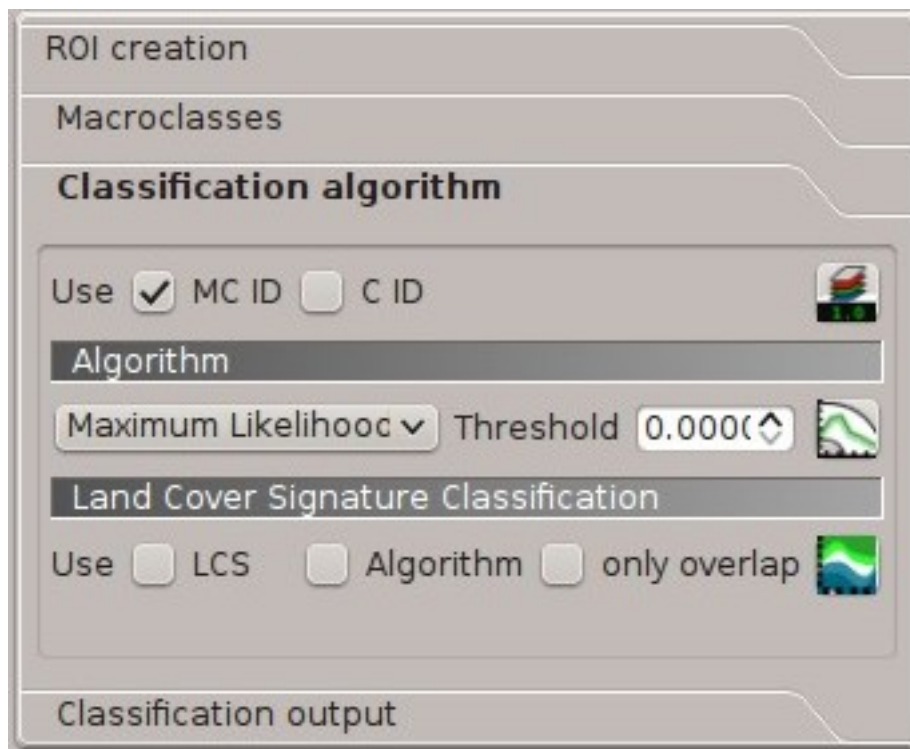
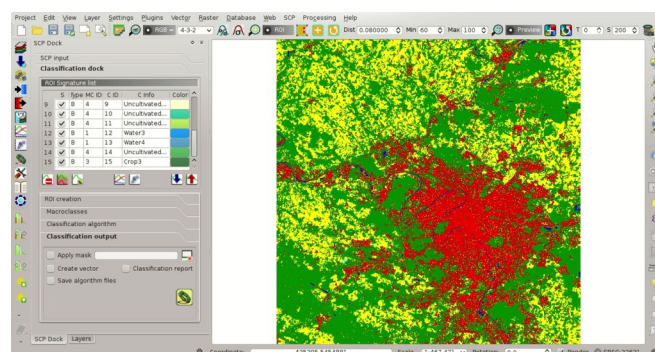
Now we are going to reclassify the classification raster using the **land surface emissivity** values. The emissivity (*e*) values for the land cover classes are provided in the following table (values used in this tutorial are only indicative, because emissivity of every material should be obtained from field survey):


Emissivity values


Land surface	Emissivity <i>e</i>
Water	0.98
Built-up	0.94
Vegetation	0.98
Bare soil	0.93



Open the tab *Післяоброблення* (page 92) clicking the button  in the *Меню SCP* (page 29), or

Fig. 23.8: *Band set*Fig. 23.9: *Color composite*

Fig. 23.10: *Classification algorithm*Fig. 23.11: *Land cover classification*

the *Інструменти SCP* (page 31), or the *Панель SCP* (page 37). Select the tab *Перекласифікація* (page 100) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. Select the classification raster from the list.

Click the button  to add 4 rows to the table *Values*. In this table, set the old value (the Macroclass ID of the classification) and the new value (the corresponding emissivity ϵ) for every land cover class.

Uncheck the checkbox  *Use code from Signature list*, click the button  and define the name of the output raster (e.g. `emissivity.tif`).

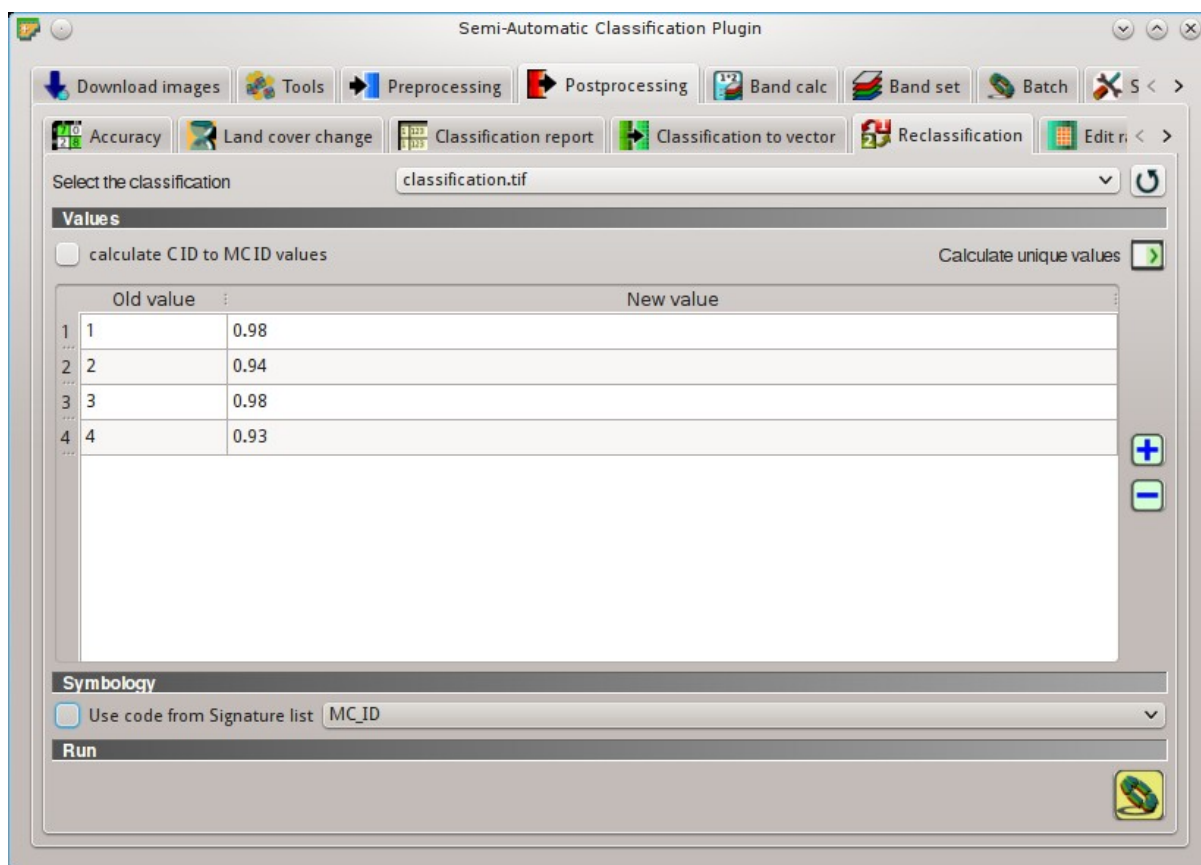


Fig. 23.12: *Reclassification*

This is the emissivity raster, where each pixel has the emissivity value that we have defined for the respective land cover class.

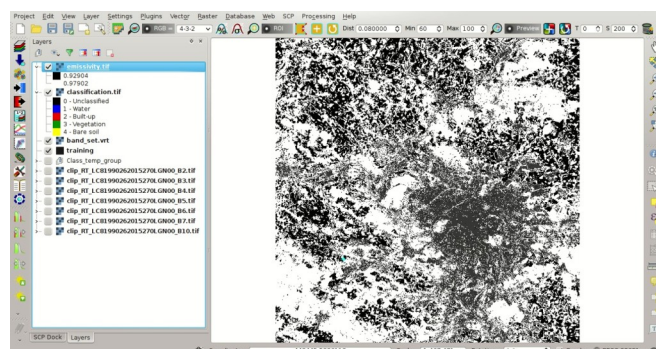


Fig. 23.13: *Emissivity raster*

Conversion from At-Satellite Temperature to Land Surface Temperature

Now we are ready to convert the At-Satellite Brightness Temperature to **Land Surface Temperature**, using the following equation (see *Оцінювання температури земної поверхні* (page 174)):

$$T = T_B / [1 + (\lambda * T_B / c_2) * \ln(e)]$$



where:

- λ = wavelength of emitted radiance
- $c_2 = h * c / s = 1.4388 * 10^{-2}$ m K = 14388 μ m K
- h = Planck's constant = $6.626 * 10^{-34}$ J s
- s = Boltzmann constant = $1.38 * 10^{-23}$ J/K
- c = velocity of light = $2.998 * 10^8$ m/s

The values of λ for Landsat bands are listed in the following table.


Center wavelength of Landsat bands

Satellite	Band	$\lambda(m)$
Landsat 4, 5, and 7	6	11.45
Landsat 8	10	10.8
Landsat 8	11	12

Open the tab *Калькулятор каналів* (page 107) clicking the button  in the *Меню SCP* (page 29), or the *Інструменти SCP* (page 31), or the *Панель SCP* (page 37). Click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. We have used band 10 of Landsat 8, therefore in the *Вираз* (page 108) type the equation for conversion adapted to our rasters:

```
"clip_RT_LC81990262015270LGN00_B10.tif" / ( 1 + ( 10.8 * "clip_RT_LC81990262015270LGN00_B10.tif" / 14388 ) * ln("emissivity.tif") )
```



Click the button  and define the name of the output raster (e.g. `surface_temperature.tif`). After the calculation, the Land Surface Temperature (in kelvin) will be loaded, and we can change the layer style. In addition, in the tab *Калькулятор каналів* (page 107) we can calculate the temperature in Celsius with the expression:

```
"surface_temperature.tif" - 273.15
```

We can notice that the urban area and uncultivated land have the highest temperatures, while vegetation has the lowest temperature. The aim of this tutorial is to describe a methodology for the estimation of surface temperature using open source programs and free images. It is worth highlighting that in order to achieve more accurate results, one should perform field survey for improving the land cover classification and the estimation of surface emissivities.

In addition to Landsat, we are going to use an ASTER image and use the same methodology for the estimation of Land Surface Temperature.

Data Download and Conversion of ASTER Image

Open the tab *Завантаження знімків* (page 51) and select the tab *Завантаження ASTER* (page 59).

In *Вхід до* <https://urs.earthdata.nasa.gov> (page 60) enter the user name and password required for accessing data (free registration at EOSDIS Earthdata is required) in *User* and *Password*. The ASTER

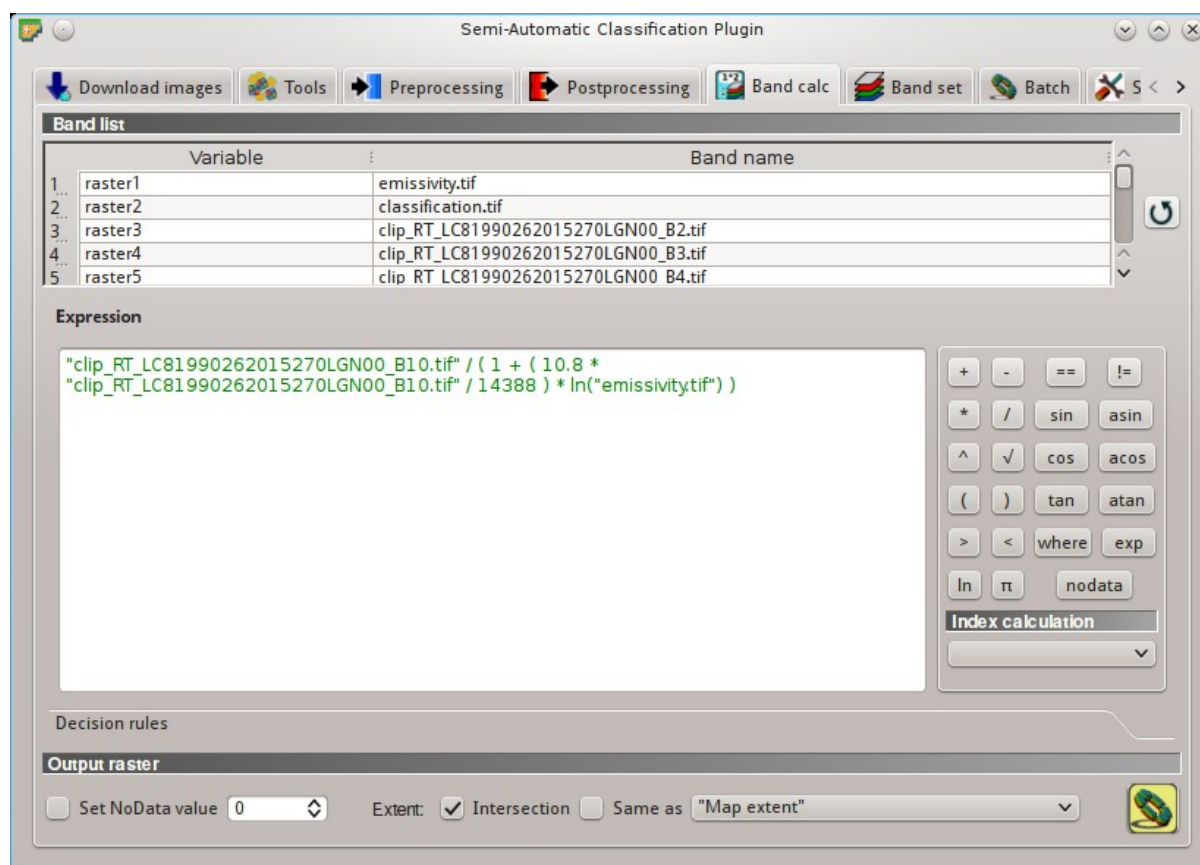


Fig. 23.14: Calculation of surface temperature

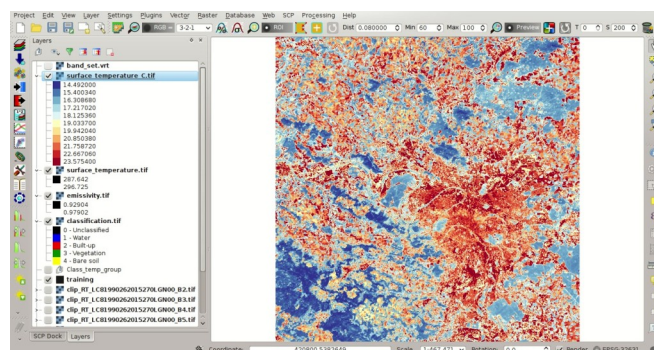


Fig. 23.15: Land Surface Temperature of the Landsat Image


L1T data products are retrieved from the online Data Pool, courtesy of the NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota, https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool.

In *Область пошуку* (page 60) enter:

- *UL X (Lon)*: 2
- *UL Y (Lat)*: 49
- *LR X (Lon)*: 2.5
- *LR Y (Lat)*: 48.8

In *Пошук* (page 60) set the acquisition date:

- *Date from*: 2000-08-24
- *to*: 2000-08-24

Now click the button *Find*  and after a few seconds the image will be listed in the *Image list*.

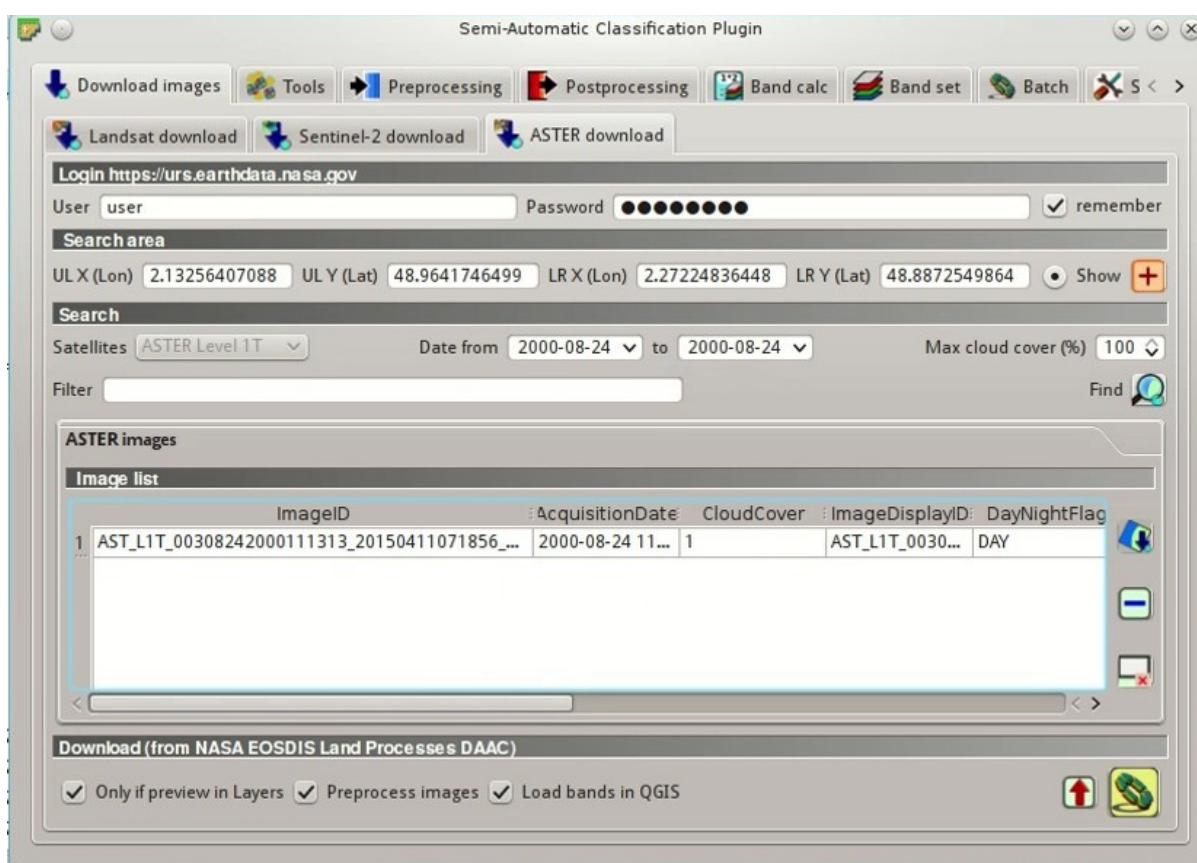




Fig. 23.16: *ASTER* search result

In the result table, click the item `AST_L1T_00308242000111313_20150411071856_3805` in the field *ImageID*, and click the button . A preview will be downloaded and displayed in the map, which is useful for assessing the quality of the image and the cloud cover.

As we did for Landsat, we are going to apply the *Корекція DOS1* (page 168). The checkbox  *Preprocess images* allows for the automatic conversion of bands after the download, according to the settings defined in *ASTER* (page 81). Bands from 1 to 9 will be converted to reflectance and bands from 10 to 14 will be converted to At-Satellite Brightness Temperature.

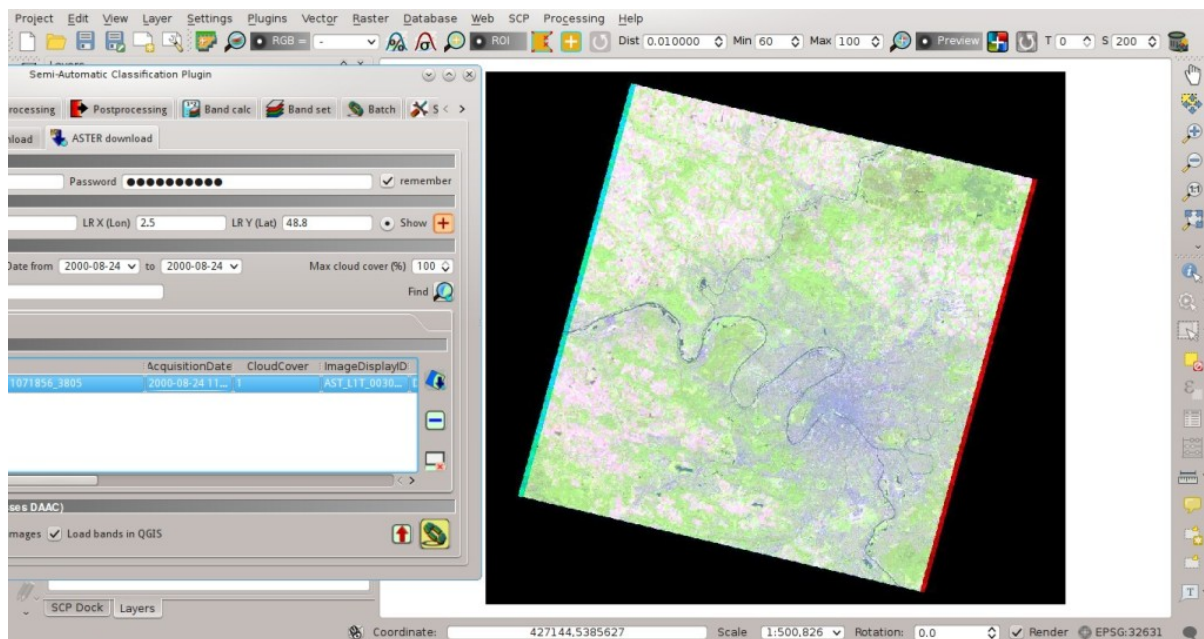





Fig. 23.17: ASTER image preview


Open the tab *ASTER* (page 81), check ☒ *Apply DOS1 atmospheric correction* and leave checked ☒ *Create Band set and use Band set tools* (this is useful to automatically create a *Band set*, which is required for the next step).

In order to start the **download and conversion process**, open the tab *Завантаження ASTER* (page 59), click the button  and select the directory where converted bands are saved (e.g. **Desktop**). After a few minutes, converted bands are loaded and displayed (file name starts with RT_).

Clip to Study Area of ASTER image

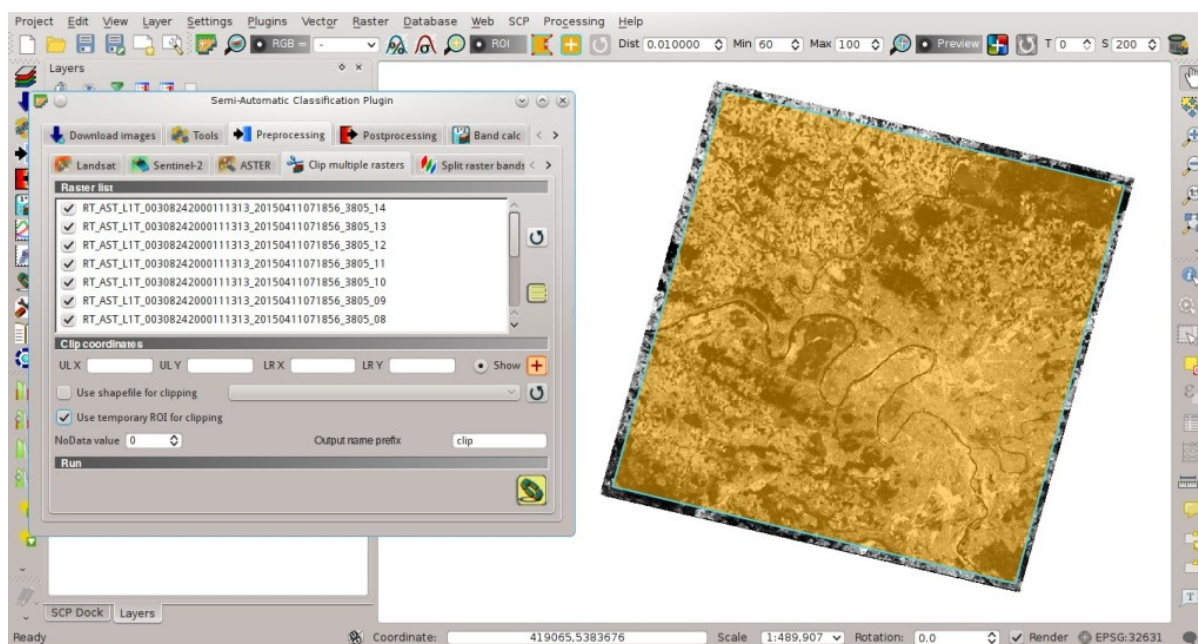
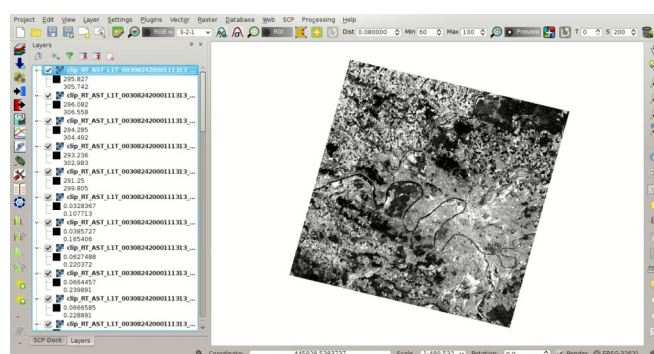
We are going to **clip the ASTER images** to our study area, because bands are not aligned at the border.



Open the tab *Передоброблення* (page 77) clicking the button . Select the tab *Пакетне відтискання* *распів* (page 85) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. *Band set* Click the button */select_all/* to select all the rasters to be clipped, and check */checkbox/ :guilabel:'Use temporary ROI for clipping*. Now, we can draw a manual ROI (because a *Band set* is already defined, see *Створення ROI* (page 42)) about the same shape of the ASTER image, about 20 pixels within the border thereof (in order to align the border of all the bands).

Now click the button  and select the directory where clipped bands are saved (e.g. **Desktop**). Clipped bands have the prefix **clip_** and will be automatically loaded and displayed. We can remove the bands whose names start with RT_ from QGIS layers.

Land Cover Classification of ASTER Image

Using the same Macroclass IDs used for Landsat, we are going to classify the ASTER image.

Fig. 23.20: *Clip area*Fig. 23.21: *Clipped bands*

Open the tab *Набір каналів* (page 111) clicking the button . Click the button  to clear all bands from *Band set* and define the ASTER *Band set* using the clipped bands from 1 to 9.

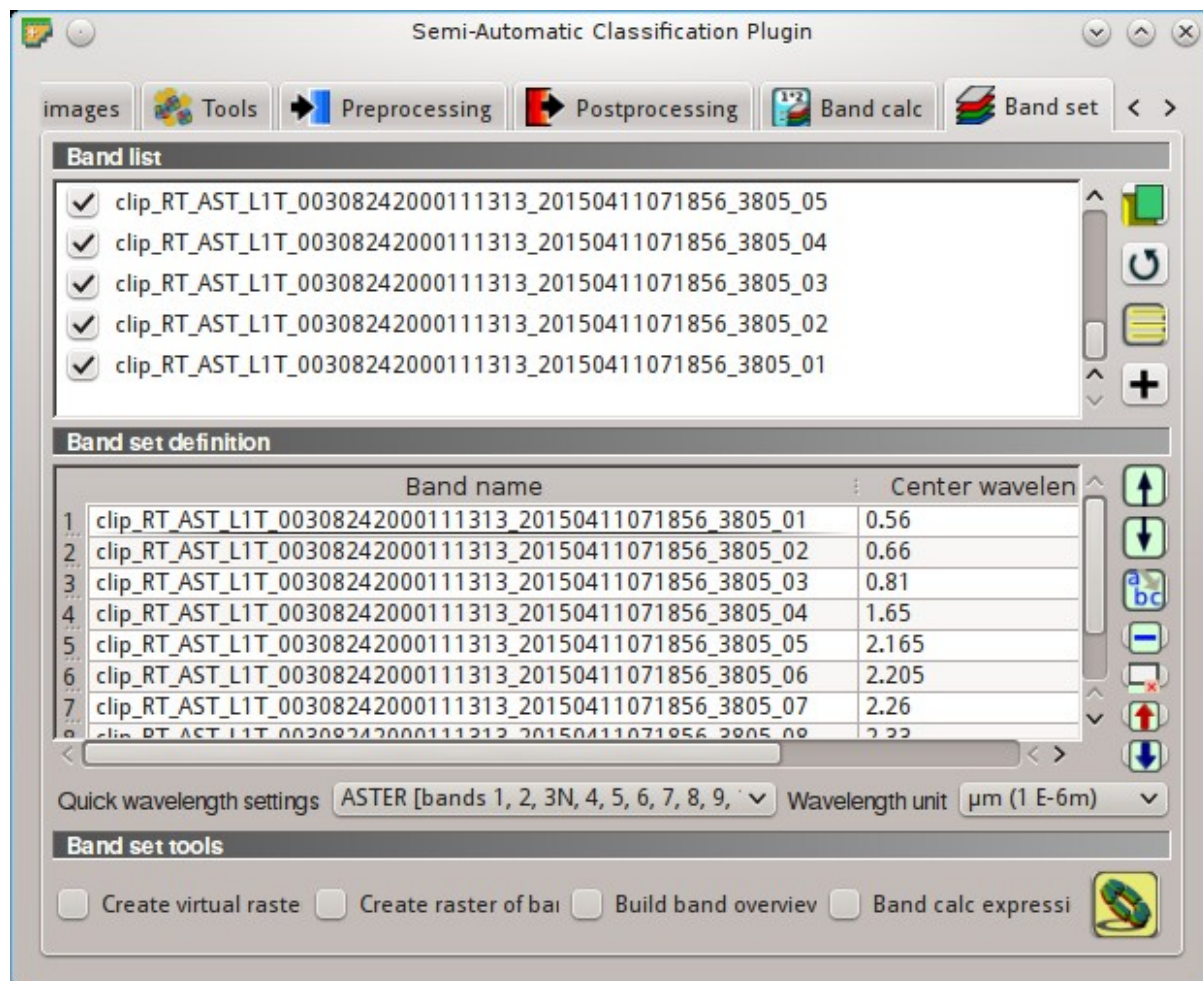






Fig. 23.22: ASTER band set

In the *Панель SCP* (page 37) click the button , define a file name for the *Training input* (e.g. training_ASTER). Clear the table *Перелік сигнатур ROI* (page 41) highlighting all the spectral signatures created previously for Landsat and clicking the button .

In the list *RGB=* of *Робоча панель* (page 33) select 3-2-1 to display a false color composite corresponding to the bands: Near-Infrared, Red, and Green (see *Кольоровий композит* (page 151)).

After the creation of several ROIs for each land cover class, we can perform the classification of the whole image. After setting the colors of *MC ID* (in the tab *Макрокласи* (page 44) of the *Панель SCP* (page 37)), in the tab *Алгоритм класифікації* (page 45) check the option  *MC ID* to use Macroclass IDs and select the classification algorithm *Максимальної вірогідності* (page 158). Then, open the tab

Результат класифікації (page 46), click the button  and define the name of the classification output (e.g. classification_aster.tif).

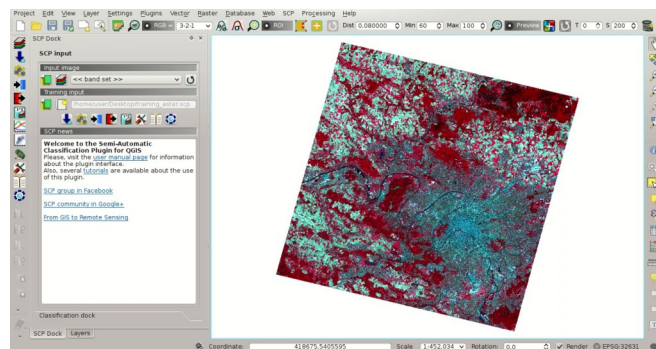


Fig. 23.23: ASTER color composite

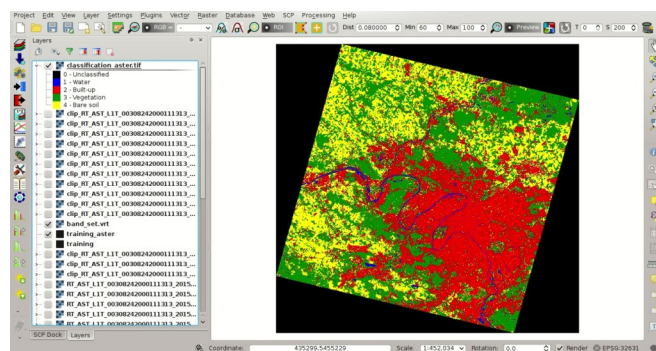







Fig. 23.24: ASTER land cover classification

Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values of ASTER Image

Now we are going to reclassify the classification raster using the same **land surface emissivity** values used for Landsat.

Open the tab *Післяоброблення* (page 92) clicking the button . Select the tab *Перекласифікація* (page 100) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. Select the classification raster from the list.

Click the button  to add 4 rows to the table *Values*. In this table, set the old value (the Macroclass ID of the classification) and the new value (the corresponding emissivity ϵ) for every land cover class.

Uncheck the checkbox  *Use code from Signature list*, click the button  and define the name of the output raster (e.g. **emissivity_aster.tif**).

The following figure show the emissivity raster of ASTER image.

Conversion from At Satellite Temperature to Land Surface Temperature of ASTER Image

We can convert the At-Satellite Brightness Temperature to **Land Surface Temperature**, using the same equation used for Landsat (see *Оцінювання температури земної поверхні* (page 174)).

The values of λ for ASTER bands are listed in the following table.

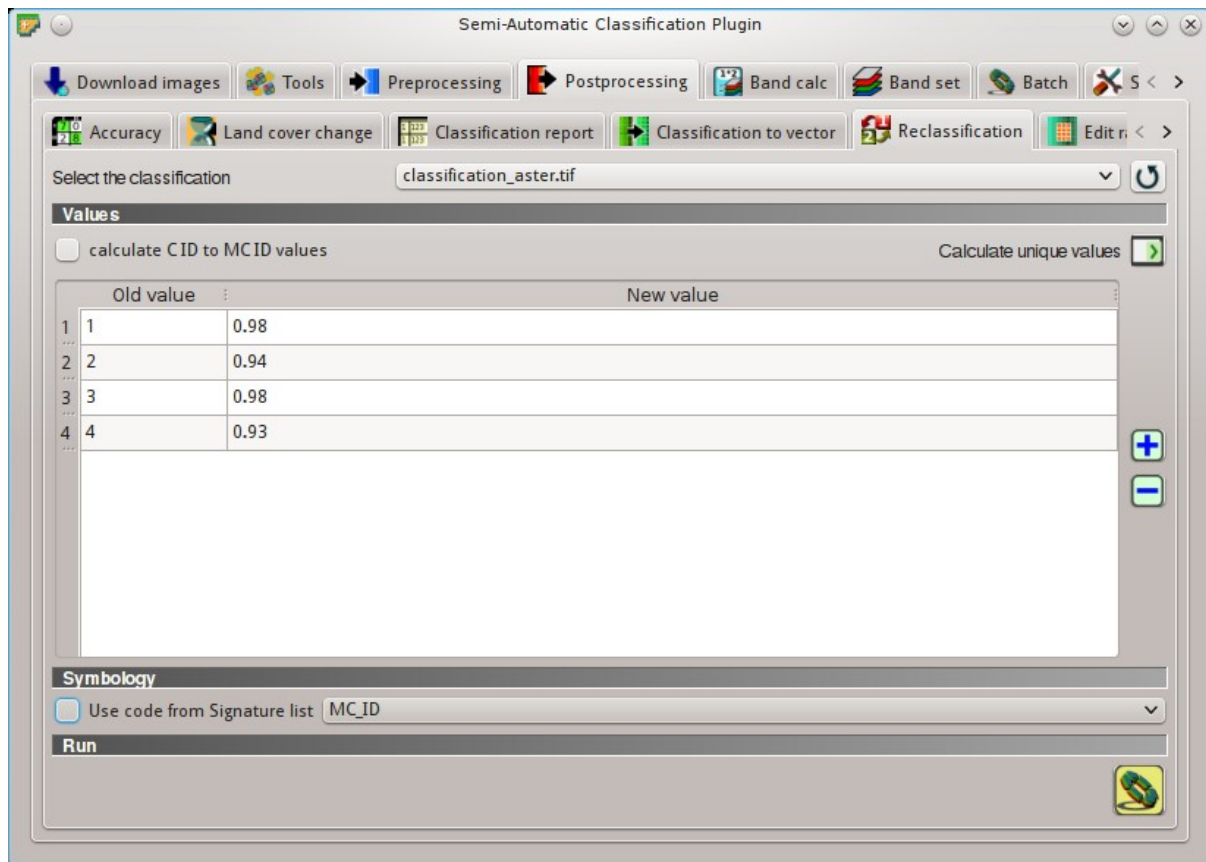


Fig. 23.25: ASTER reclassification

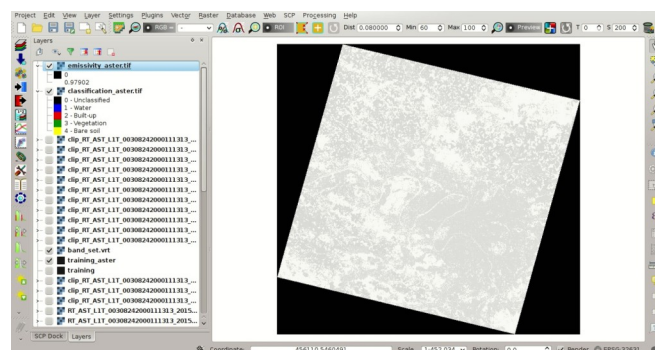




Fig. 23.26: ASTER emissivity raster

Center wavelength of ASTER bands

Satellite	Band	$\lambda(m)$
ASTER	10	8.3
ASTER	11	8.65
ASTER	12	9.1
ASTER	13	10.6
ASTER	14	11.3

We are going to use ASTER band 13 that has a λ value very similar to the Landsat band 10.

Open the tab *Калькулятор каналів* (page 107) clicking the button . Click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters, and in the *Вираз* (page 108) type equation for conversion adapted to our rasters:

```
"clip_RT_AST_L1T_00308242000111313_20150411071856_3805_13.tif" / ( 1 + ( 10.6 * "clip_RT_AST_L1T_00308242000111313_20150411071856_3805_13.tif" / 14388 ) * ln("emissivity_aster.tif") )
```

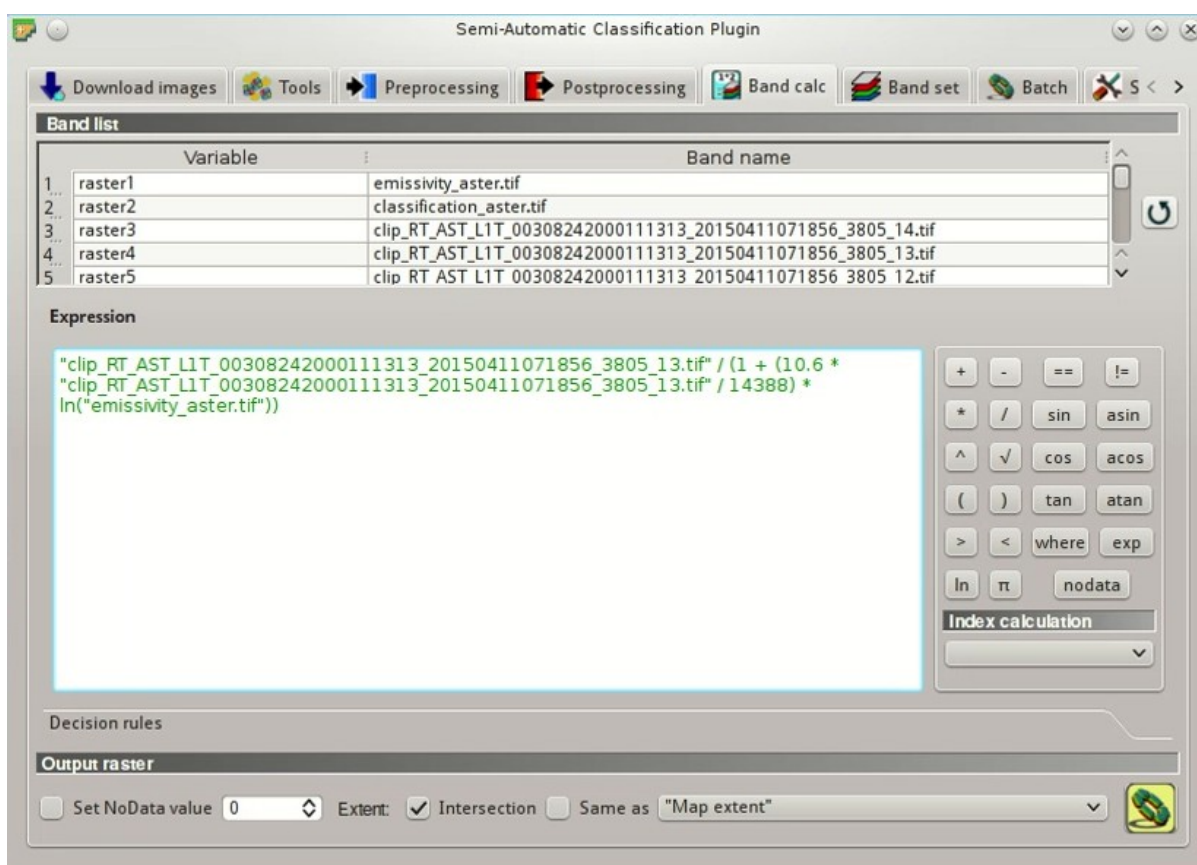



Fig. 23.27: Calculation of surface temperature

Click the button  and define the name of the output raster (e.g. `surface_temperature_aster.tif`). After the calculation, the Land Surface Temperature (in kelvin) will be loaded, and we can change the layer style. In addition, in the tab *Калькулятор каналів* (page 107) we can calculate the temperature in Celsius with the expression:

```
"surface_temperature_aster.tif" - 273.15
```

The ASTER image shows temperature values higher than the Landsat image. For instance, we could perform the difference between the two surface temperature rasters (Landsat and ASTER) to assess

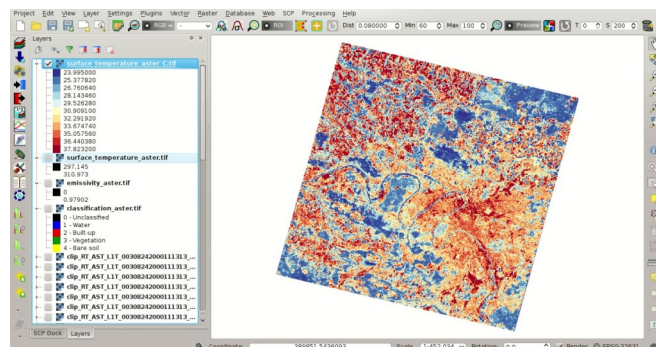


Fig. 23.28: *Land Surface Temperature of the ASTER Image*

the variation of temperature. However, we should notice that the two images were acquired in different months (Landsat on 27-09-2015 and ASTER on 24-08-2000).

The large availability of Landsat and ASTER images for the past decades allows for the reliable monitoring of land cover and surface temperature. Nevertheless, cloud cover can limit the number of images that can be effectively used.

This tutorial illustrated a methodology of temperature estimation using these satellite images and open source programs. One should always consider that the estimation accuracy depends on several factors, such as the thematic and spatial accuracy of land cover classifications and the reliability of the emissivity values. Estimation errors can be of 1 K or even more. Other methods have been developed which can provide more accurate results, and the reader can continue the research.

Other Tutorials

For other tutorials visit the blog [From GIS to Remote Sensing](#).

Також відвідайте блог [From GIS to Remote Sensing](#), де ви знайдете й інші навчальні матеріали, такі як:

- Моніторинг повеней з використанням [Using The Semi-Automatic Classification Plugin](#);
- Моніторинг пожеж з використанням [Semi-Automatic Classification Plugin](#);
- Єдиний процес від завантаження знімка до розрахунку NDVI: Пакетна обробка SCP;

Для інших неофіційних навчальних матеріалів, зокрема на мовах, відмінних від англійської, дивіться *Other tutorials about SCP, also in languages other than English?* (page 278)

Частина VII

Semi-Automatic ОС

Semi-Automatic OS це полегшена віртуальна машина для проведення класифікації земного покриття на основі зображень дистанційного зондування. До неї входить вже налаштований Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) для QGIS з усіма необхідними залежностями, встановлений з офіційного репозиторію SCP (<https://semiautomaticgit.github.io/SemiAutomaticClassificationPlugin/repository.xml>), який завжди надає доступ до найбільш актуальної версії SCP.



Fig. 23.29: робочий стіл Semi-Automatic OS

Semi-Automatic OS ґрунтується на [Debian](#) та спроектована таким чином, щоб потребувати якомога менше апаратних засобів. Вона використовує [LXDE](#) та [Openbox](#) як головне середовище робочого стола. Дана віртуальна машина може бути корисною для тестування Модуля напівавтоматичної класифікації або у випадку, якщо встановлення необхідних програм у головній комп'ютерній системі ускладнене. Semi-Automatic OS доступна як 32 та 64 біт віртуальна машина, яка може бути запущена у програмі для створення віртуального середовища з відкритим вихідним кодом VirtualBox або будь-якому іншому програмному забезпеченні для віртуалізації. Нижче наведено інструкцію з встановлення Semi-Automatic OS у програмі для створення віртуального середовища з відкритим вихідним кодом VirtualBox.

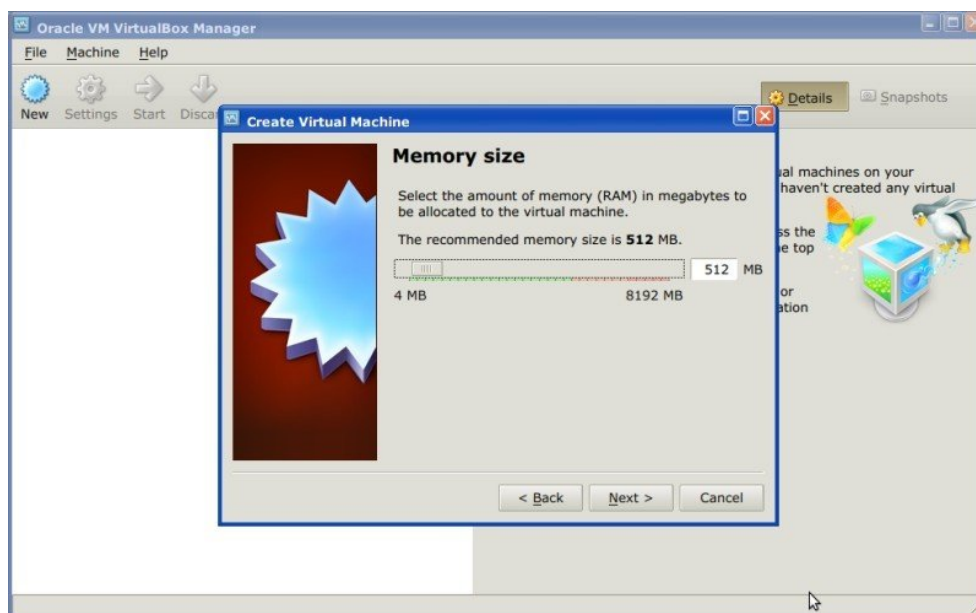
Встановлення у VirtualBox

1. Завантажте програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом [VirtualBox](#) (виберіть версію відповідно до вашої ОС) та встановіть його; по завершенні встановлення перезапустіть систему;
2. Завантажте віртуальну машину Semi-Automatic OS (біля 800 Мб) [звідси](#) (32 біт або 64 біт);
3. Розпакуйте вміст віртуальної машини до каталогу (потребує біля 3 Гб дискового простору); файл стиснуто в форматі 7z (за потреби, завантажте архіватор з відкритим вихідним кодом з <http://www.7-zip.org/>);
4. Запустіть VirtualBox та створить нову віртуальну машину Debian;
 - (a) Натисніть кнопку New;
 - (b) Надрукуйте ім'я віртуальної машини (наприклад, Semi-Automatic OS); виберіть Linux та Debian (32 або 64 біт) як Type та Version відповідно; натисніть Next;



- (c) Встановіть об'єм пам'яті; чим більше - тим краще, але цей параметр не повинен перевищувати половину RAM головної комп'ютерної системи (наприклад, якщо RAM головної

системи становить 1 Гб, надрукуйте 512 Мб); натисніть Next;

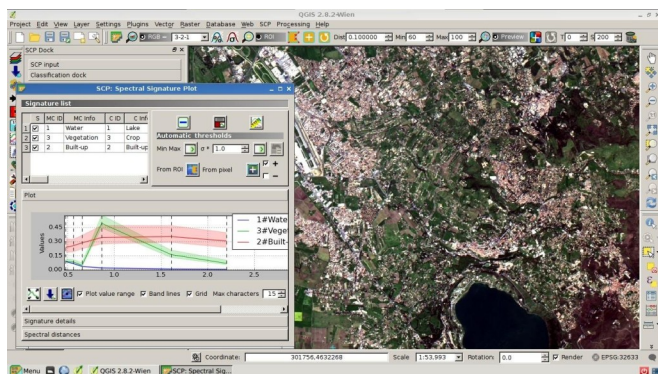


- (d) В параметрах Hard drive виберіть Use an existing virtual hard drive file та вкажіть завантажений файл SemiAutomaticOS.vmdk; клацніть Create;



5. Запустіть Semi-Automatic OC клацнувши кнопку Start;
6. Рекомендовано встановити у віртуальній машині virtualbox-guest-utils з Menu > Preferences > Synaptic Package Manager; це покращить інтеграцію Semi-Automatic OC з головною комп'ютерною системою за такими параметрами як зміна розміру системного вікна або сумісне використання каталогів.

До Semi-Automatic OC включено навчальний набір даних, що складається з знімків Landsat (поширюється U.S. Geological Survey) та Sentinel-2 (© Дані Copernicus Sentinel 2016), та використовується в якості входних даних для двох початкових уроків.



Semi-Automatic OS - вільне програмне забезпечення: ви можете поширювати та/або змінювати її на умовах версії 3 Універсальної громадської ліцензії GNU, опублікованої Фондом вільного програмного забезпечення. Напівавтоматична ОС поширюється з надією, що вона буде корисною, але БЕЗ ЖОДНИХ ГАРАНТІЙ; навіть без обов'язкової гарантії ПРИДАТНОСТІ ДЛЯ ПРОДАЖУ або ВІДПОВІДНОСТІ ПЕВНІЙ ВИЗНАЧЕНІЙ МЕТІ. Для більш докладної інформації дивіться Універсальну громадську ліцензію GNU <http://www.gnu.org/licenses/>.

Частина VIII

Frequently Asked Questions

If you have comments or questions please join the [Facebook group](#) or the [Google+ Community](#) .

Before asking, please check the official site [From GIS to Remote Sensing](#) and the following [Frequently Asked Questions](#).

- *Plugin installation* (page 263)
 - *How to install the plugin manually?* (page 263)
 - *How to install the plugin from the official SCP repository?* (page 263)
- *Pre processing* (page 267)
 - *Which image bands should I use for a semi-automatic classification?* (page 267)
 - *Which Landsat bands can be converted to reflectance by the SCP?* (page 267)
 - *Can I apply the conversion to Sentinel-2 images download from the web?* (page 267)
 - *How are converted Sentinel-2 images that have different resolutions?* (page 268)
 - *Can I apply the Landsat conversion and DOS correction to clipped bands?* (page 268)
 - *Can I apply the DOS correction to bands with black border (i.e. with NoData value)?* (page 268)
 - *How to remove cloud cover from images?* (page 268)
 - *How do I create a virtual raster manually in QGIS?* (page 268)
 - *After pan-sharpening of Landsat 8 images, why NIR bands still have 30m resolution?* (page 268)
- *Processing* (page 269)
 - *I get classification errors. How can I improve the accuracy?* (page 269)
 - *Is it possible to use the same training input for multiple images?* (page 269)
 - *What is the difference between classes and macroclasses?* (page 269)
 - *Can I use SCP with images from drones or aerial photographs?* (page 269)
 - *Why using only Landsat 8 band 10 in the estimation of surface temperature?* (page 270)
- *Warnings* (page 271)
 - *Warning [12]: The following signature will be excluded if using Maximum Likelihood. Why?* (page 271)
- *Errors* (page 273)
 - *How can I report an error?* (page 273)
 - *Virtual raster creation issues. Why?* (page 273)
 - *Error [26] 'The version of Numpy is outdated'. Why?* (page 275)
 - *Error 'Plugin is damaged. Python said: ascii'. Why?* (page 275)
 - *Error [50] 'Internet error'. Unable to download Sentinel-2 images. Why?* (page 275)
 - *Error [56] 'SSL connection error'. Unable to download Sentinel-2 images. Why?* (page 275)
 - *This plugin is broken 'matplotlib requires pyparsing >= 1.5.6'. Why?* (page 276)
 - *Error installing the plugin, possible missing dependencies. Why?* (page 276)
- *Various* (page 277)
 - *What can I do with the SCP?* (page 277)
 - *How to contribute to SCP* (page 278)

- *Free and valuable resources about remote sensing and GIS* (page 278)
- *Other tutorials about SCP, also in languages other than English?* (page 278)
- *How can I translate this user manual to another language?* (page 279)
- *Where is the source code of SCP?* (page 280)

Plugin installation

How to install the plugin manually?

The SCP can be installed manually (this can be useful when an internet connection is not available, or the installation is required on multiple computers), following a few steps:

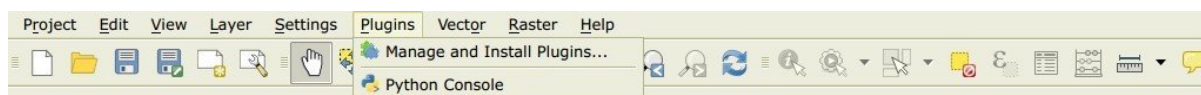
1. download the SCP zip archive from <https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationPlugin/archive/master.zip> ;
2. extract the content of the archive (several files such as `COPYING.txt` and folders such as `ui`) in a new folder named `SemiAutomaticClassificationPlugin` (without `-master`);
3. open the QGIS plugins directory (in Windows usually `C:\Users\username\.qgis2\python\plugins`, in Linux and Mac usually `/home/username/.qgis2/python/plugins/`) and delete the folder `SemiAutomaticClassificationPlugin` if present;
4. copy the folder `SemiAutomaticClassificationPlugin` inside the QGIS plugins directory;
5. the plugin should be installed; start QGIS, open the Plugin Manager and be sure that `Semi-Automatic Classification Plugin` is checked.

How to install the plugin from the official SCP repository?

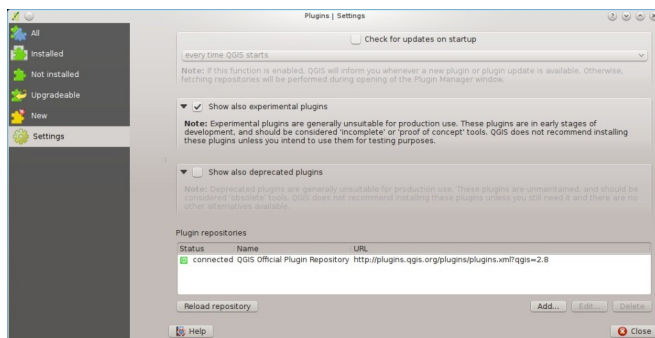
It is possible to install the SCP using the official repository. This repository allows for the installation of the latest version of SCP (`master`), in some cases also before the availability thereof in the QGIS repository. Therefore, this can be useful if you need a fix or a new function that is still not available in the QGIS repository. Moreover, the `master` version in the SCP repository can be installed along with the version available in the QGIS repository.

In order to install the SCP repository follow these steps:

- Run QGIS 2;
- From the main menu, select **Plugins > Manage and Install Plugins**;



- Click **Settings** then click the button **Add**;



- Inside the Repository details enter:

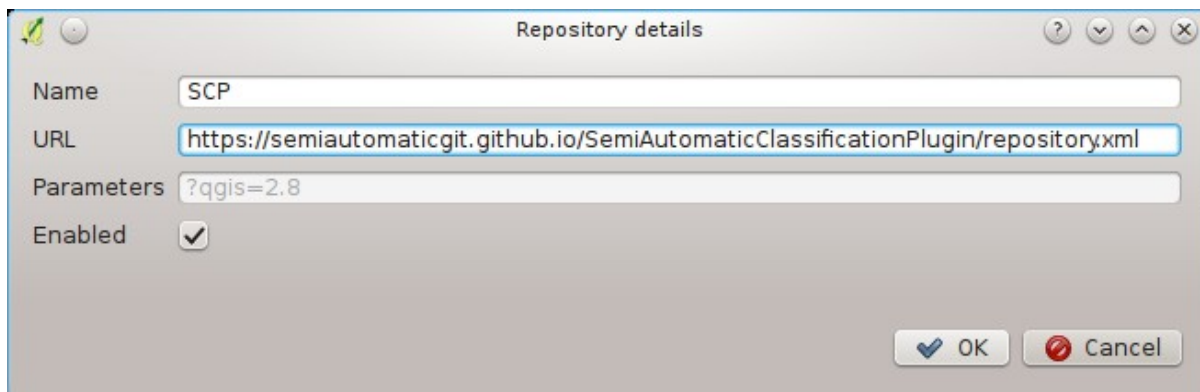
Name:

SCP

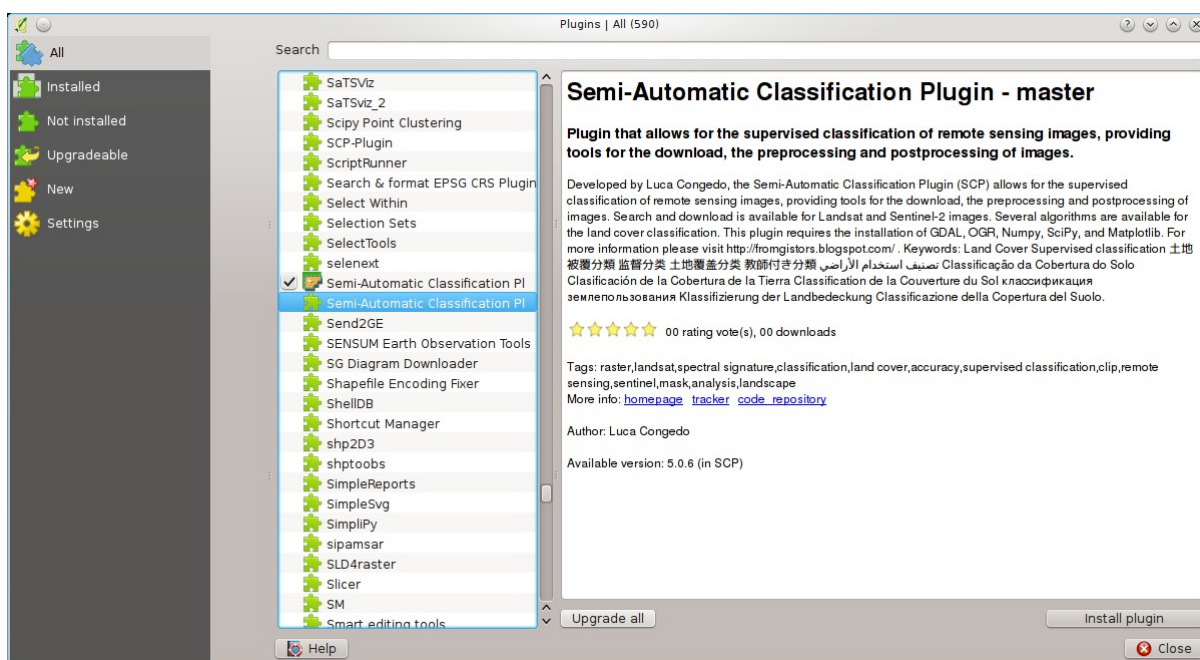
URL:

<https://semiautomaticgit.github.io/SemiAutomaticClassificationPlugin/repository.xml>

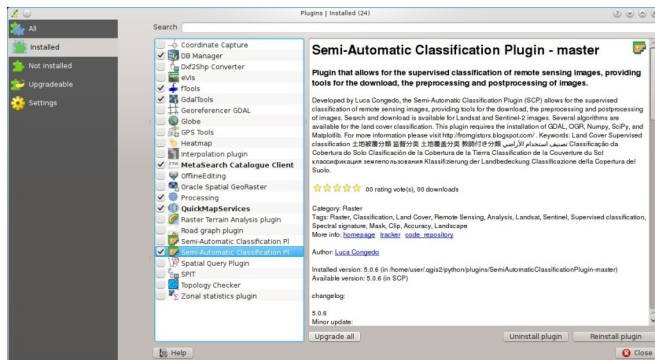
and click OK;



- After the repository update, the item Semi-Automatic Classification Plugin - master should be listed with the other plugins;



- From the menu **All**, select the **Semi-Automatic Classification Plugin - master** and click the button **Install plugin**; the latest version of SCP should be automatically activated (ignore errors, the restart of QGIS could be necessary to complete the SCP installation); it is possible to deactivate the other SCP installed in the QGIS repository;



Which image bands should I use for a semi-automatic classification?

In general, it is preferable to avoid thermal infrared bands. If you are using Landsat 4, 5 or 7 you should select bands: 1, 2, 3, 4, 5, 7 avoiding band 6 that is thermal infrared; for Landsat 8 you should select bands: 2, 3, 4, 5, 6, 7. Landsat 8 band 1 is generally avoided because it is very similar to the blue band and it is mainly used for coastal aerosol study. Landsat thermal infrared band is excluded from classifications because values are mainly related to object temperature.

For Sentinel-2 images you can use bands: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12.

Which Landsat bands can be converted to reflectance by the SCP?

All Landsat 1,2, and 3 MSS and Landsat 4, 5, 7, and 8 images downloaded from <http://earthexplorer.usgs.gov/> and processed with the Level 1 Product Generation System (LPGS) can be converted to reflectance automatically by the SCP; products generated by the LPGS have a MTL file included that is required for the conversion. Since version 3.1.1 the *SCP* can also convert images from the [Global Land Cover Facility](http://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Landsat/) (images available for free from [ftp://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Landsat/](http://ftp.glcf.umd.edu/glcf/Landsat/)). In particular, images having an old format of the MTL file (or a .met file) can be processed through the automatic conversion to reflectance and the DOS correction. However, some images do not have the required information and cannot be processed. Also, notice that some images available from the Global Land Cover Facility are already converted to reflectance. For this process, image bands must be renamed in order to remove the final 0 if present (e.g. rename B10 to B1).

Can I apply the conversion to Sentinel-2 images download from the web?

Yes, you can convert also images downloaded from the web (actually the conversion is recommended). You should move all the bands (.jp2 files) and if available the .xml file whose name contains MDT_SAFL1C in the same directory. Then select this directory in *Перерахунок Sentinel-2* (page 80). Images are converted to reflectance.

How are converted Sentinel-2 images that have different resolutions?

During the conversion to reflectance, pixels of 20m bands are split in 4 pixels of 10m whose values are the same as the original 20m pixel. The purpose of this operation is to allow for the calculation between all the bands, without changing original values.

Can I apply the Landsat conversion and DOS correction to clipped bands?

Yes, you can clip the images before the conversion to reflectance and then copy the MTL file (contained in the Landsat dataset) inside the directory with the clipped bands. If you want to apply the DOS correction (which is an image based technique) you should convert the original Landsat bands (the entire image) and then clip the conversion output (i.e. bands converted to reflectance).

Can I apply the DOS correction to bands with black border (i.e. with NoData value)?

If you want to apply the DOS correction to an entire band which has NoData values (the black border with value = 0) then you have to check the checkbox **Use NoData value** and set the value to 0. This is because DOS is an image based technique, and NoData values must be excluded from the calculation.

How to remove cloud cover from images?

DOS1 correction does not remove clouds from the image. However, Landsat 8 images include Band 9 that identifies clouds (see this [NASA site](#)). You can use this band for the creation of a mask.

For other Landsat satellites, clouds can be masked using the approach described [this paper](#).

Also, see the following [video-tutorial](#).

How do I create a virtual raster manually in QGIS?

In order to create a multi-spectral virtual raster in QGIS:

1. from the menu **Raster** select **Miscellaneous > Build Virtual Raster (catalog)**;
2. click the button **Select...** and select all the Landsat bands (in numerical order);
3. select the output file (for instance **rgb.vrt**); check **Separate** (bands will be separated) and click **OK**.

After pan-sharpening of Landsat 8 images, why NIR bands still have 30m resolution?

Landsat 8 panchromatic band doesn't acquire in the Near Infrared (NIR) region (see *Супутник Landsat* (page 148)). Therefore, the pan-sharpening process can't improve the resolution of NIR and SWIR bands (see *Панхроматичне об'єднання* (page 153)), which appear to have 30m resolution. However, raster all pan-sharpened rasters have 15m resolution to allow raster calculation.

I get classification errors. How can I improve the accuracy?

Several materials have similar spectral signatures (e.g. soil and built-up, or forest and other types of dense low vegetation), which can cause classification errors if ROIs, and spectral signatures thereof, are not acquired correctly. In order to improve the results, you can try to collect more ROIs over these areas, in order to train the algorithm for these very similar areas, also, display the spectral signatures of these areas in *Графік спектральних сигнатур* (page 125) to assess their similarity. You can also use a *Порогові величини сигнатур* (page 72) for these signatures in order to reduce the variability thereof (only pixels very similar to the input signatures will be classified). The *Класифікація сигнатур земного покриття* (page 161) is also useful for classifying specific materials that can be spectrally similar to other ones.

Is it possible to use the same training input for multiple images?

Yes, it is possible if all the images have the same number of bands. However, if images are acquired in different months, land cover changes (especially of vegetation state) will affect the spectral signature (i.e. the same pixel has different spectral signature in different periods). Atmospheric effects could also affect the images differently. That could reduce classification accuracy. Therefore, it is suggested to collect always the ROIs and spectral signatures for every image.

What is the difference between classes and macroclasses?

Please see *Класи та макрокласи* (page 157).

Can I use SCP with images from drones or aerial photographs?

Yes, you can use them if they have at least 4 bands. With less than 4 bands, semi-automatic classification algorithms are unable to classify the land cover correctly. Alternative classification methods exist, such as object oriented classification, which is not implemented in SCP.

Why using only Landsat 8 band 10 in the estimation of surface temperature?





Several methods were developed for estimating surface temperature. The method described in the tutorial for temperature estimation requires only one band. Moreover, USGS recommends that users refrain from relying on Landsat 8 Band 11 data in quantitative analysis of the Thermal Infrared Sensor data (see [Changes to Thermal Infrared Sensor \(TIRS\) data by USGS](#)).

Warning [12]: The following signature will be excluded if using Maximum Likelihood. Why?

The ROI is too small (or too homogeneous) for the *Максимальної вірогідності* (page 158) algorithm because that ROI has a singular covariance matrix. You should create larger ROIs or don't use the Maximum Likelihood algorithm in the classification process.

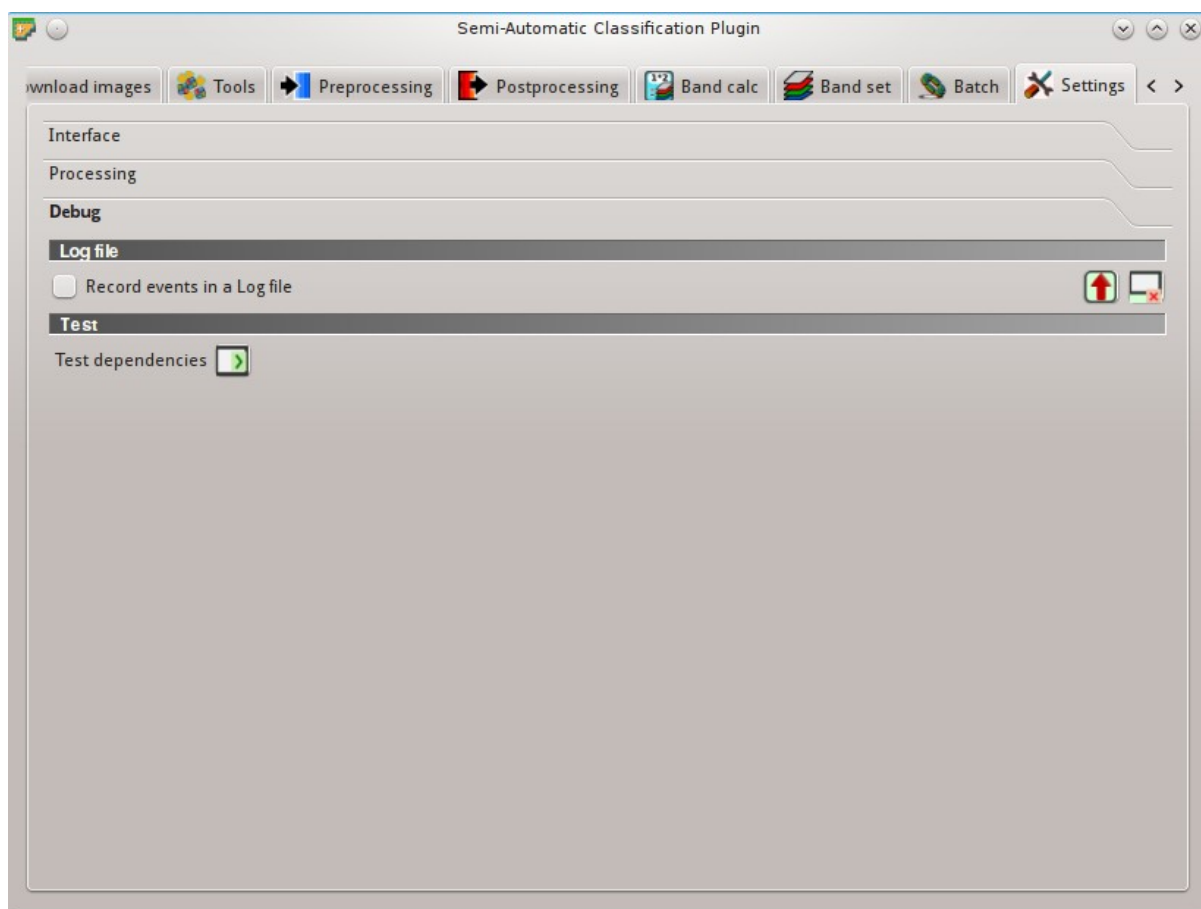
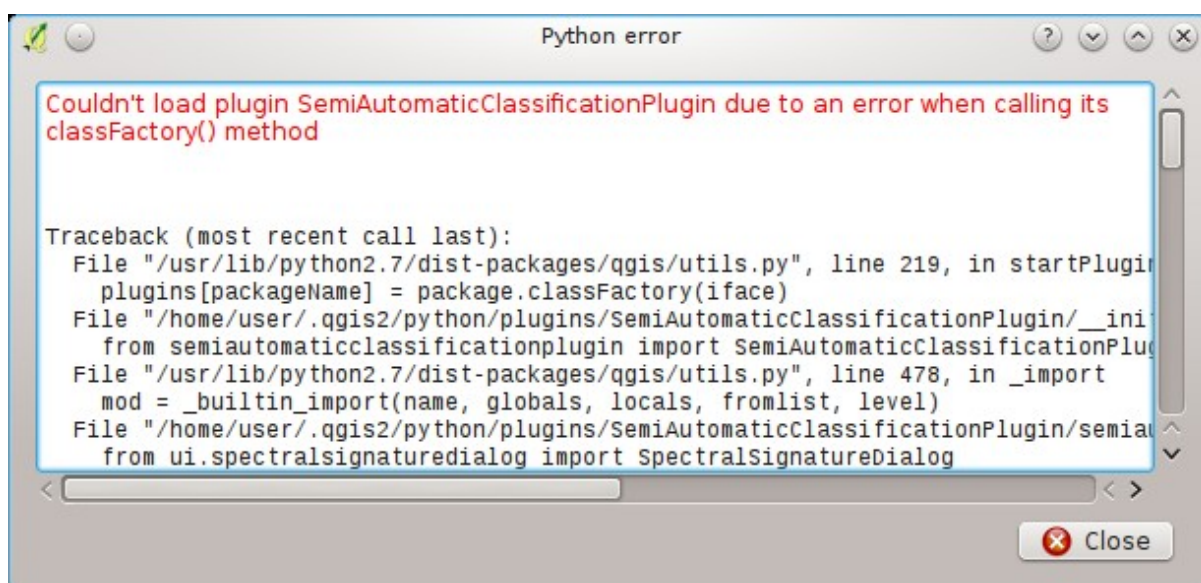
How can I report an error?

If you found an error of the Semi-Automatic Classification Plugin please follow these steps in order to collect the required information (log file):

1. close QGIS if already open;
2. open QGIS, open the Plugin tab *Налагодження* (page 121) and check the checkbox  *Records events in a log file* ;
3. click the button *Test dependencies*  in the tab *Налагодження* (page 121) ;
4. **load the data in QGIS (or open a previously saved QGIS project) and repeat all the steps that caused the error**
 - if the issue could be related to the image data, please use [this sample dataset](#) ;
5. if an error message appears (like the one in the following image), copy the whole content of the message in a text file;
6. open the tab *Налагодження* (page 121) and uncheck the checkbox  *Records events in a log file*, then click the button  and save the **log file** (which is a text file containing information about the Plugin processes);
7. open the **log file** and copy the whole content of the file;
8. join the Facebook [group](#) or the Google+ [community](#) , create a new post and copy the error message and the **log file** (or attach them).

Virtual raster creation issues. Why?

The automatic creation of the virtual raster after Landsat conversion to reflectance is not required for the classification. Errors could happen if the output destination path contains special characters (such as accented letters) or spaces; try to rename directories (e.g. rename **new directory** to **new_directory**). If you still get the same error you can create a virtual raster manually.

Fig. 29.1: *Debug*Fig. 29.2: *Error message*

Error [26] 'The version of Numpy is outdated'. Why?

QGIS 32bit could have an older version of Numpy as default; in order to update Numpy:

1. download [this file](#) (which is based on WinPython installer and PyParsing);
2. extract the file with 7-zip;
3. copy the content of the extracted directory inside the directory apps\Python27\Lib\site-packages inside the QGIS installation directory (e.g. C:\Program Files (x86)\QGIS Chugiak\apps\Python27\Lib\site-packages) overwriting the files pyparsing, numpy, matplotlib, and scipy.

Alternatively, you should be able to install QGIS and Numpy with the [OSGEO4W advanced installer](#).

Error 'Plugin is damaged. Python said: ascii'. Why?

It could be related to a wrong installation. Please, uninstall QGIS and install it again with administrative rights. Delete also the directory .qgis2 in your user directory. Then run QGIS 2 and try to install the plugin following the *Встановлення модуля* (page 7) guide.

Also, it could be related to the user name containing special characters. Please try the installation creating a new user without special characters (e.g. user).

Also, if the error message contains something like: `sfnt4 = sfnt4.decode('ascii').lower()`

it could be related to a known issue of Matplotlib (a Python library); in order to solve this, you should (as reported at [stackoverflow](#)):

1. open in a text editor the file font_manager.py which is inside the directory C:\PROGRA~1\QGISCH~1\apps\Python27\lib\site-packages\matplotlib\
2. search for the line `sfnt4 = sfnt4.decode('ascii').lower()`
3. and replace it with the line `sfnt4 = sfnt4.decode('ascii', 'ignore').lower()`

Alternatively, try to install QGIS through the [OSGEO4W installer](#), which includes an updated Matplotlib version.

Error [50] 'Internet error'. Unable to download Sentinel-2 images. Why?

The error message usually includes some information about the issue. First, check the user name and password.

Also, there could be an interruption of the service. For Sentinel-2 images please check this website <https://scihub.copernicus.eu/news/> for messages about the state of the service.

In case you still get the same error, please follow these steps *How can I report an error?* (page 273).

Error [56] 'SSL connection error'. Unable to download Sentinel-2 images. Why?

First, check the user name and password.

This issue could be related to SSL protocols (TLS v1.1 and TLS v1.2) required for Sentinel-2 download. As described here <https://docs.python.org/2/library/ssl.html> the protocols TLS v1.1 and TLS v1.2 are

available only in Python 2.7.9+ with openssl version 1.0.1+. QGIS could have a previous version of Python where TLS v1.1 and TLS v1.2 are not available. Therefore the Sentinel-2 download process fails.

A temporary solution for Windows OS:

Warning: this could break other QGIS functions, but fortunately you can install multiple versions of QGIS.

1. Close QGIS if open
2. Download and install Python [for 32bit](#) or [for 64bit](#) according to the installed version of QGIS
3. Copy and replace C:\python27\python.exe to "QGIS installation folder"\bin\ (e.g. C:\Program Files (x86)\QGIS Chugiak\bin\)
4. Copy and replace C:\python27\pythonw.exe to "QGIS installation folder"\bin\
5. Copy and replace all the content of C:\python27\ to "QGIS installation folder"\apps\python27\
6. Now start QGIS and if everything went well you should be able to search and download Sentinel-2 images using SCP

In case you still get the same error, please follow these steps [How can I report an error?](#) (page 273).

This plugin is broken 'matplotlib requires pyparsing >= 1.5.6'. Why?

It is related to this issue <https://hub.qgis.org/issues/14952> which should affect QGIS 32bit only. The installation of QGIS 64bit should work. As a solution you can install a previous version of [QGIS 2.8 32bit](#).

Error installing the plugin, possible missing dependencies. Why?

The plugin requires the installation of GDAL, NumPy, SciPy and Matplotlib, which should be installed along with QGIS. If the plugin installation fails, and you get a message about possible missing dependencies, you should try to install or update QGIS and the required dependencies. Notice that in order to avoid this error, python dependencies should not be installed through Anaconda.

What can I do with the SCP?

SCP allows for the **land cover classification** of remote sensing images through *Контрольована класифікація* (page 155). You can produce a land cover raster using one of the *Алгоритми класифікації* (page 158) available in SCP. These algorithms require spectral signatures or ROIs as input (for definitions please read *Короткий вступ до дистанційного зондування* (page 143)) that define the land cover classes to be identified in the image.

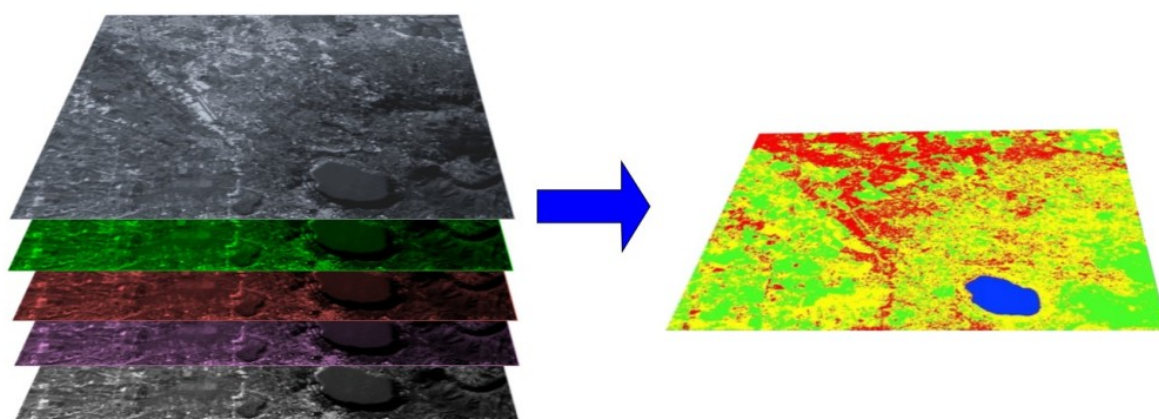


Fig. 30.1: A multispectral image processed to produce a land cover classification
(Landsat image provided by USGS)

SCP can work with **multispectral images** acquired by satellites, airplanes, or drones. Also, SCP allows for the direct search and download of free images (see *Завантаження знімків* (page 51)). You cannot use orthophotos with less than 4 bands, SAR data, and LIDAR data with SCP.

Input image in SCP is called *Набір каналів* (page 111), which is used as input for the classification. SCP provides several tools for the *Передоброблення* (page 77) of downloaded images, such as the conversion to reflectance and manipulation of bands.

Classification results can be assessed with the tools *Точність* (page 92) and *Звіт за результатами класифікації* (page 95). Also, rasters can be manipulated using *Післяоброблення* (page 92) tools such as *Класифікацію у вектор* (page 98), *Перекласифікація* (page 100), *Редагувати растр* (page 101) directly, *Групування класифікації* (page 103), *Розмивання класифікації* (page 105), and *Розширювання класифікації* (page 106).

The *Графік спектральних сигнатур* (page 125) and *Графік розсіву* (page 133) allow for the **analysis of spectral signatures and ROIs**. Also, several *Інструменти* (page 65) are available for easing the ROI creation and editing spectral signatures.

Raster calculation is available through the seamless integration of the tool *Калькулятор каналів* (page 107) with bands in the *Набір каналів* (page 111), calculating mathematical expressions and spectral indices. Also, an output raster can be calculated based on *Правила прийняття рішень* (page 110).

The tool *Пакетне опрацювання* (page 114) allows for the automatic execution of several *SCP* functions using a scripting interface.

See the *Базові навчальні матеріали* (page 179) for more information and examples.

How to contribute to SCP

You can contribute to *SCP* by fixing and adding functionalities (see *Where is the source code of SCP?* (page 280)), or translating the user manual (see *How can I translate this user manual to another language?* (page 279)).

Also, you can donate to this project at the following link <https://fromgistors.blogspot.com/p/donations.html>.

Free and valuable resources about remote sensing and GIS

The following links are valuable resources:

- The Landsat 8 Data Users Handbook by USGS;
- The Landsat 7 Science Data Users Handbook by NASA;
- Remote Sensing Note by JARS.
- Webinar: Fundamentals of Remote Sensing by NASA.
- Webinar: NASA Remote Sensing for Land Management by NASA.
- Webinar: Creating and Using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from Satellite Imagery by NASA.
- Webinar: Remote Sensing of Forest Cover and Change Assessment for Carbon Monitoring by NASA.
- Webinar: Introduction to Remote Sensing for Conservation Management by NASA.

Other tutorials about SCP, also in languages other than English?

There are several tutorials about *SCP* on the internet. Following an incomplete list of these resources:

- French: Suivre l'impact des feux de forêts par imagerie satellite avec le plugin Qgis SCP;
- German: 2015 Jakob Erfassung von Landnutzungsveränderungen mit FOSS Image Processing Tools;
- Italian: Classificazione e Mosaico di Varie Immagini Landsat;

- Korean: QGIS Semi-Automatic Classification Plugin;
- Portuguese: Classificacao supervisionada de imagens Sentinel-2 com QGIS e SCP;
- Portuguese: Avaliação do erro de uma imagem de satélite usando o QGIS e o SCP;
- Portuguese: Conversão Sentinel-2 para refletância com QGIS SCP;
- Portuguese: Criar composições coloridas no QGIS com SCP;
- Portuguese: Corte de imagem Sentinel-2 usand QGIS e SCP;
- Portuguese: Classificação Supervisionada de Imagens Orbitais com o Semi-Automatic Classification Plugin;
- Portuguese: Tutorial Classificação e caracterização de imagens de satélites;
- Portuguese: Aprendizagem Supervisionada usando o SCP no QGIS;
- Portuguese: Classificação supervisionada utilizando o QGIS e SCP;
- Russian: Опыт классификации космоснимка Landsat с помощью Semi-Automatic Classification Plugin в QGIS;
- Spanish: Ejercicio Clasificación Semiautomática Plugin (SCP);
- Spanish: Aplicaciones de Teledetección con el QGIS y el plugin Semi-Automatic Classification;
- Spanish: Descarga de Landsat 8, 7, 5 y 4 Semi Automatic Classification Plugin Qgis 2.8;
- Swedish: Landsat 8 och fjärranalys med QGIS;
- Ukrainian: Основи дешифрування плагіном Semi-Automatic Classification 5.0;
- Ukrainian: Посібник користувача модуля Напівавтоматичної класифікації;

How can I translate this user manual to another language?

It is possible to easily translate the user manual to any language, because it is written in reStructuredText as markup language (using Sphinx). Therefore, your contribution is fundamental for the translation of the manual to your language. The following guide illustrates the main steps for the translation, which can be performed:

- using the free online service Transifex;
- using the gettext .po files.

Before translating, please [read this document](#) from the QGIS translation guide, which helps you understand the reStructuredText.

Method 1. Translation using the free online service Transifex

This is probably the easiest way to translate the manual using an online service.

1. Join the Semi-automatic Classification Manual project

Go to the page <https://www.transifex.com/semi-automatic-classification/semi-automatic-classification-plugin-manual> and click the button **Help translate**. You can sign in using your Google or Facebook account, or with a free registration.

2. Select your language

Select your language and click the button **Join team**. If your language is not listed, click the button **Request language**.

3. Translation

There are several files to be translated, which refer to the sections of the SCP documentation. To translate the SCP interface you should select the file `semiautomaticclassificationplugin.ts`.

Method 2. Translation using the gettext .po files

In order to use this method, you should be familiar with GitHub. This translation method allows for the translation of the PO files locally.

1. Download the translation files

Go to the GitHub project https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationManual_v4/tree/master/locale and download the .po files of your language (you can add your language, if it is not listed), or you can fork the repository. Every file .po is a text file that refers to a section of the User Manual.

2. Edit the translation files

Now you can edit the .po files. It is convenient to edit those file using one of the following programs: for instance [Poedit](#) for Windows and Mac OS X, or [Gtranslator](#) for Linux or [OmegaT](#) (Java based) for Windows, Linux and Mac OS X. These editors allow for an easy translation of every sentence in the User Manual.

Where is the source code of SCP?

You can find the source code of SPC is at the following link <https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationPlugin>