

СРАВНЕНИЕ НА ОТРАЖАТЕЛНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ОСНОВНИ ОБЕКТИ, ПОЛУЧЕНИ ПО ДАННИ ОТ СПЕКТРОМЕТРИТЕ ТМ, ЕТМ+ И ОЛИ И ПО SENTINEL 2

Мария Димитрова, Деян Гочев, Пламен Тренчев

Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: maria@space.bas.bg; dejan@space.bas.bg, ptrenchev@space.bas.bg

Ключови думи: дистанционни изследвания, спектрални отразителни характеристики

Резюме: В настоящата работа е направено сравнение между усреднените криви на отражение на основни обекти - широколистна и иглолистна гора, тревна растителност, пясък и вода, получени по данни от Landsat 5, 7 и 8 и Sentinel 2.

A COMPARISON OF THE REFLECTIVE CHARACTERISTICS OF BASIC OBJECTS, OBTAINED FROM THE DATA FROM THE TM, ETM+ AND OLI AND SENTINEL-2

Maria Dimitrowa, Deyan Gochev, Plamen Trenchev

Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: maria@space.bas.bg; dejan@space.bas.bg, ptrenchev@space.bas.bg

Key words: remote sensing, spectral reflective characteristics

Abstract: Data from Landsat-5, 7, 8 and Sentinel-2 are used to create the average reflection graphics for basic objects: grass vegetation, sand, water, broad-leaved and coniferous forest. A comparison between them is presented in the paper

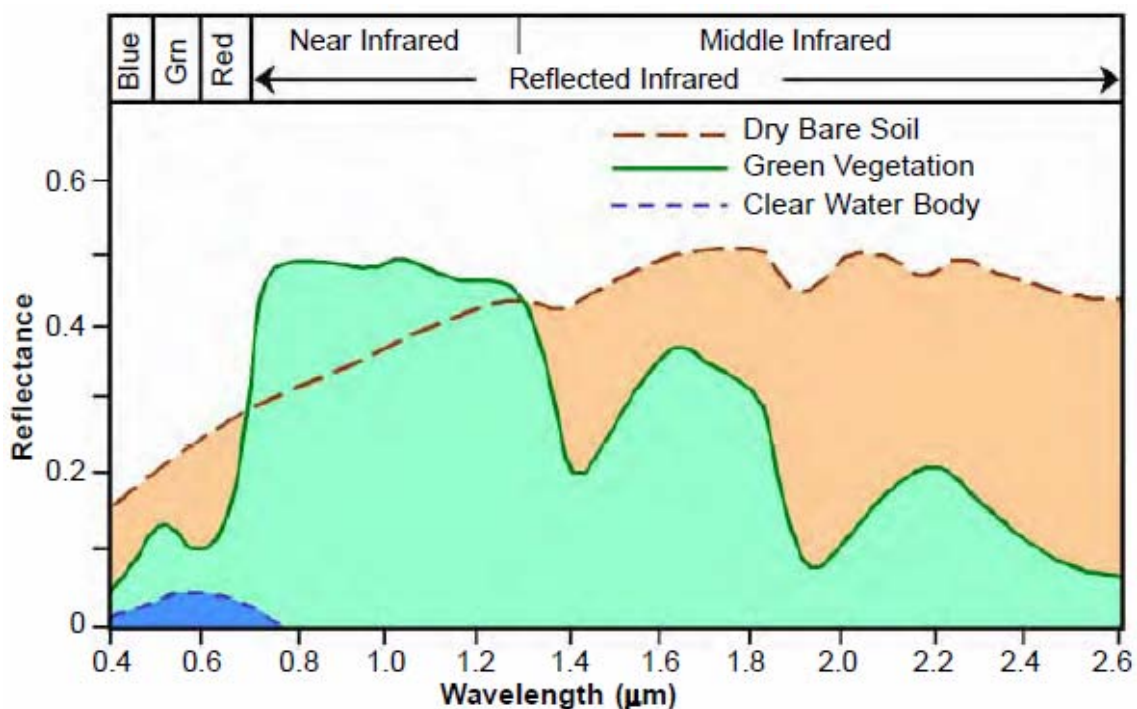
Въведение

Изследването на различни явления, свързани с обекти от земната повърхност чрез спътникови данни се базира на регистрирането на отразеното от съответния обект електромагнитно излъчване на Слънцето и собственото излъчване на обекта.

Изследваните обекти имат различни оптични характеристики – поглъщателна, отразителна и излъчвателна способност, които определят количеството получена и регистрирана от сензора електромагнитна енергия.

Спътниковите данни от пасивните сензори се базират на отразеното от обекта излъчване от Слънцето.

Отразителните характеристики на различните обекти и явления от екологичен характер са добре изследвани [1, 2, 3]. На фигура 1 са представени такива по данни от [4, 5, 10].



Фиг. 1. Отражателни характеристики на суха почва, растителност и вода [3, 4]

При използването на конкретни спътникови данни, обаче, ние получаваме данни за отражението в определен брой тесни спектрални диапазона. Оттук, важно е да бъдат изследвани получените по тези конкретни данни отражателни характеристики, както и те да бъдат достатъчно различни от тези на околните обекти за да можем със сигурност да разграничим изследвания обект или явления от околните.

В настоящата работа е представено сравнение на отражателните характеристики на основни растителни видове, пясък и вода, получени по данни от спектрометри Tm, ETM+ и OLI от спътниците от серията Landsat и от Sentinel 2. Дискутирани са различията в получените от различните източници резултати и последствията от тези различия.

Методика

За получаване на отражателните характеристики на основни обекти по сателитни данни е избрана областта в Източна България около река Камчия (фиг. 2), която се покрива от изображения 181-30 на спътниците от серията Landsat [6, 7].



Фиг. 2. Илюстрация на избора за изследването регион

Използвани са изображения от месец юли за периода 1984 – 2016 година, които са представени в Таблица 1.

Таблица 1. Списък на използваните изображения

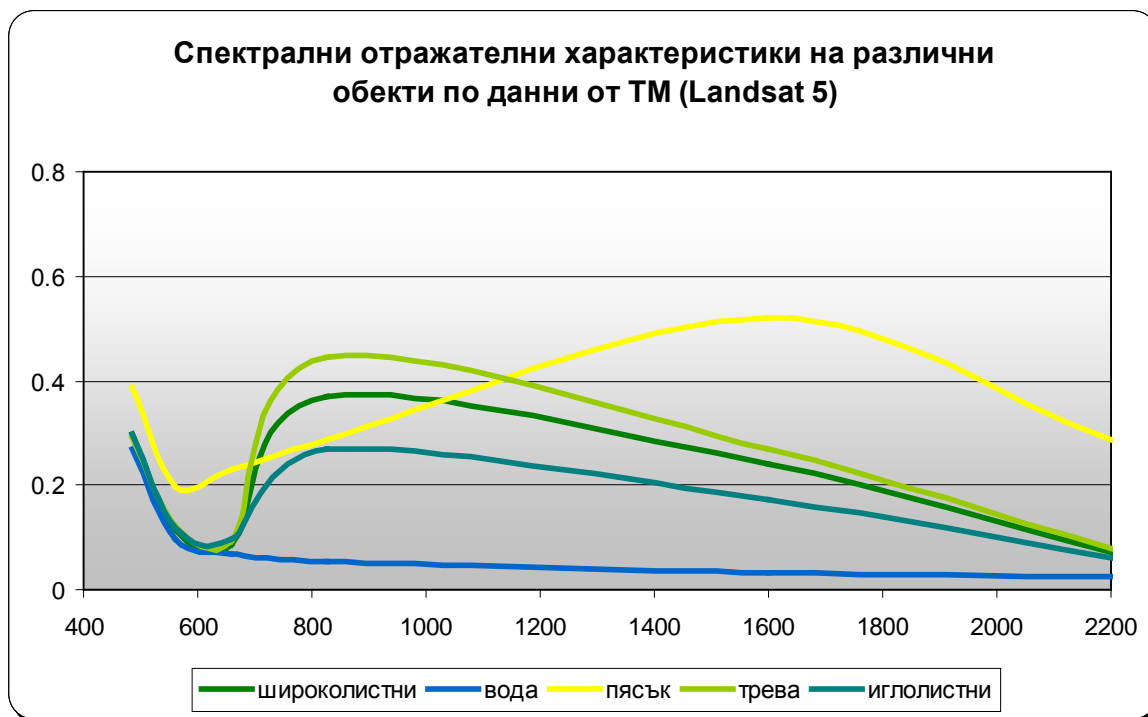
сензор	дати
TM	21.7.1984, 24.7.1985, 27.7.1986, 14.7.1987, 19.7.1992, 1.07.2000, 10.7.2003, 31.7.2005, 21.7.2007, 7.7.2008, 8.7.2009, 29.7.2010, 16.7.2011
ETM+	23.7.1999, 9.7.2000, 12.7.2001, 15.7.2002, 23.7.2005*, 29.7.2007, 18.7.2009*, 8.7.2011*, 26.7.2012*, 13.7.2013*, 19.7.2015*, 5.7.2016*
OLI	3.7.2013, 8.7.2014, 27.7.2015, 29.7.2016
Sentinel 2	17.7.2016

* Изображенията са частични поради повреда на сензора

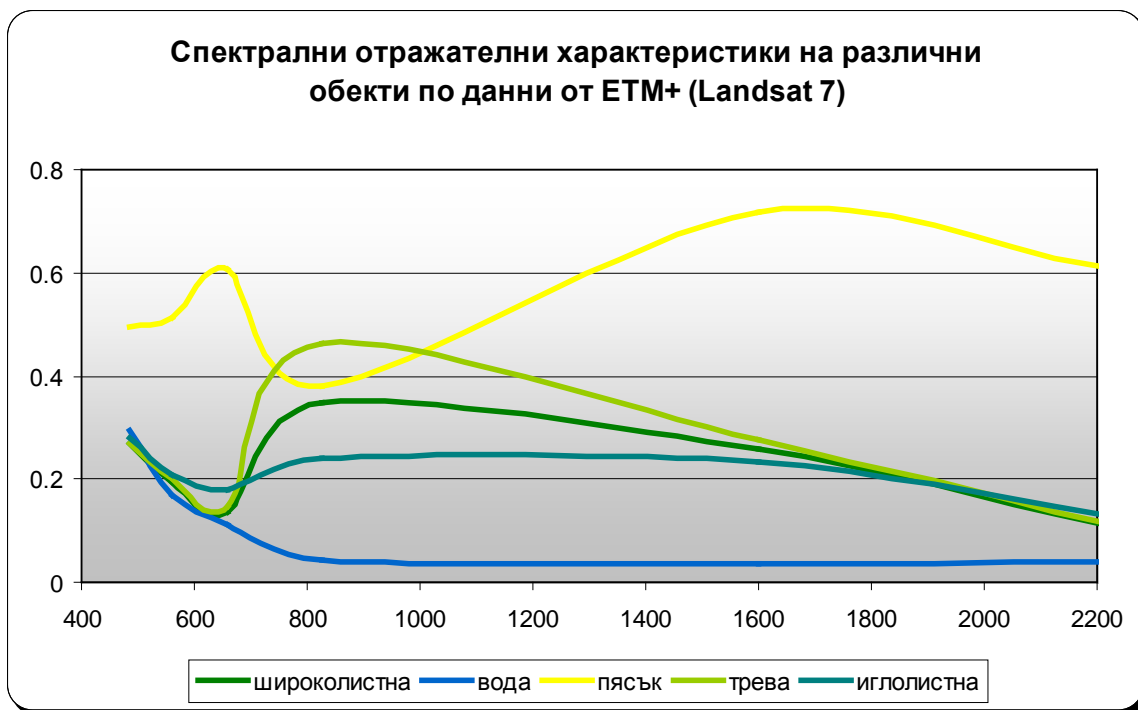
Избрани са контролни точки, които са надеждно отъждествени с конкретния обект и са измерени стойностите на регистрираното излъчване във всеки един от спектралните канали [7, 8] за всяка една от тях. Получените стойности са усреднени за всеки един от сензорите, нормирани са на 1 съобразно радиометричната разделителна способност на сензора (256 за TN и ETM+ и 65 536 за OLI).

Резултати

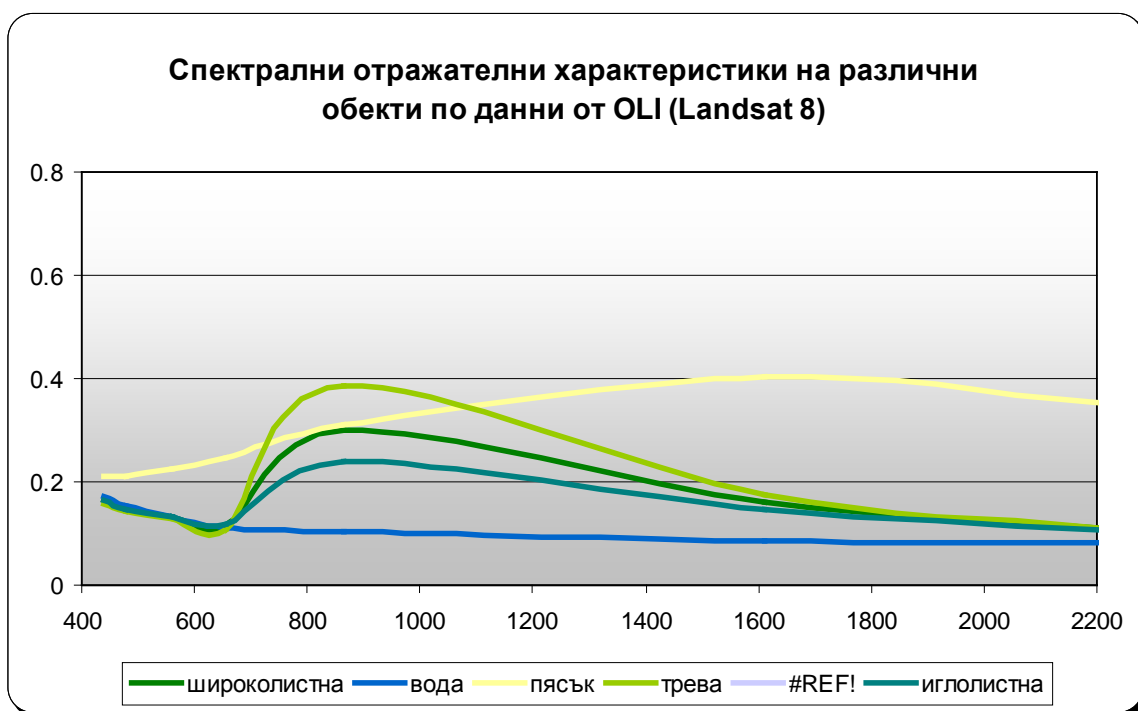
На фигури 3, 4 и 5 са представени получените спектрални отражателни характеристики на основни видове естествена растителност, пясък и вода, получени по данни от сензорите TM (Landsat 5), ETM+ (Landsat 7) и OLI (Landsat 8). Използвани са канали 1, 2, 3, 4, 5 и 7 за Landsat 5 и 7 и канали 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 за Landsat 8 [8].



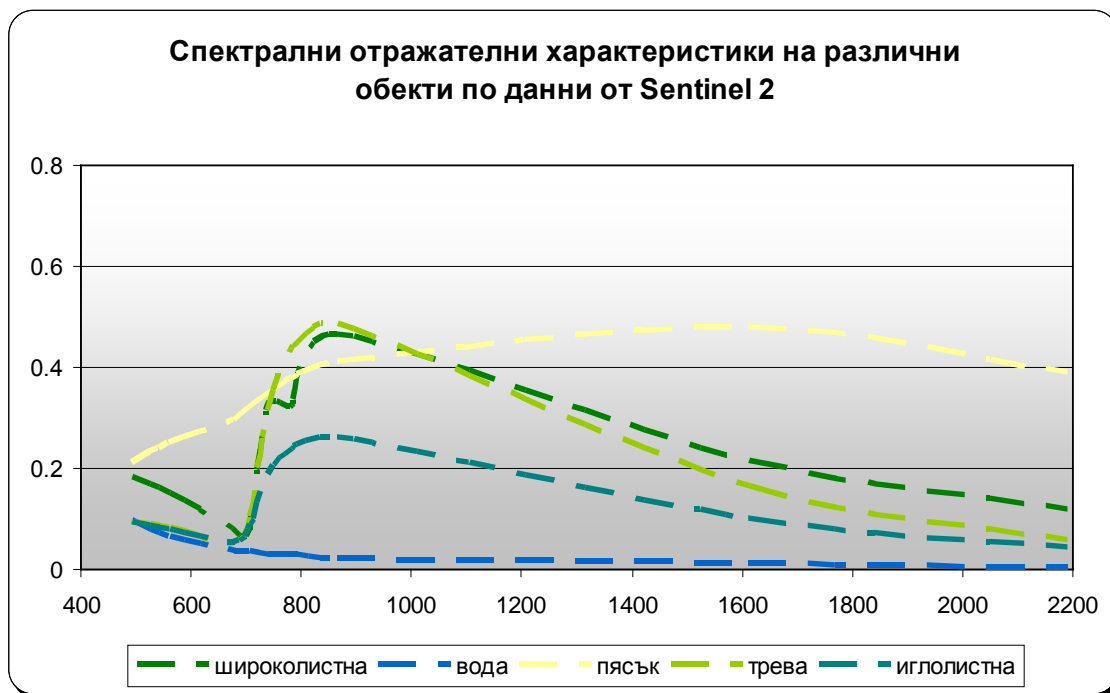
Фиг. 3. Спектрални отражателни характеристики на основните видове естествена растителност, пясък и вода по данни от TM



Фиг. 4. Спектрални отразателни характеристики на основните видове естествена растителност, пясък и вода по данни от ETM+



Фиг. 5. Спектрални отразателни характеристики на основните видове естествена растителност, пясък и вода по данни от OLI



Фиг. 6. Спектрални отразителни характеристики на основните видове естествена растителност, пясък и вода по данни от Sentinel 2

На фигура 6 са представени отразителните характеристики на същите обекти, получени по данни от Sentinel 2 при нормиране на 10 000. Тези данни не са надеждни, т.к. е използвано само едно изображение и избраната нормировка не съответства на радиометричната разделителна способност на сензора (65 536). При използване на последната, обаче, получените резултати не съответстват на тези от другите сензори. За получаване на кривата са използвани каналите 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8а, 9, 11 и 12 [9].

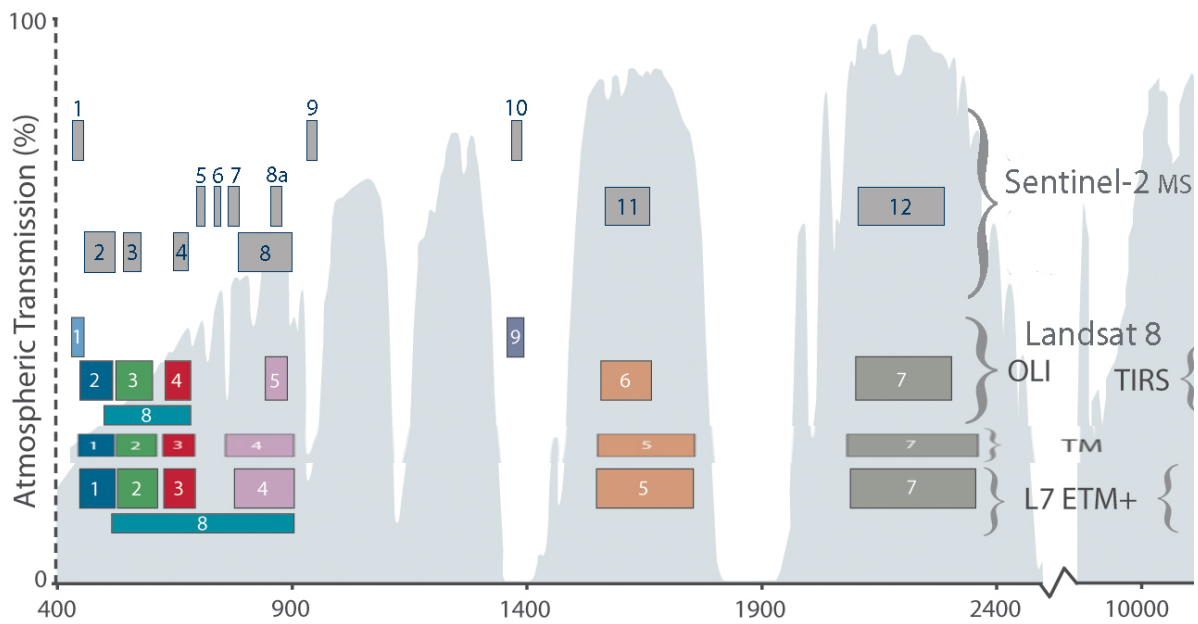
Анализ на резултатите

Както се вижда от представените графики, получените отразителни криви за различните спътникови данни се отличават помежду си. Това е естествено поради различните ширини на съответните канали и различната чувствителност на сензорите. За илюстрация, на фиг. 7 са представени спектралните канали на сензорите TM, ETM+, OLI, както и тези на Sentinel 2 [8]. На фигурите са илюстрирани и спектралните прозорци на пропускане на земната атмосфера.

Кривите се отличават от тези на действителните спектрални отразителни характеристики на обектите (фиг. 1) поради ограничения брой и дискретния характер на точките, по които са построени. По тази причина може би по-удачно е тези криви да бъдат наричани криви на отражение за да не става объркване с термина „спектрална отразителна характеристика“, който се отнася до физическите характеристики на съответния обект. Тези криви са свързани с характеристиките на обекта, но и със спектралната и радиометрична разделителна способност на сензора.

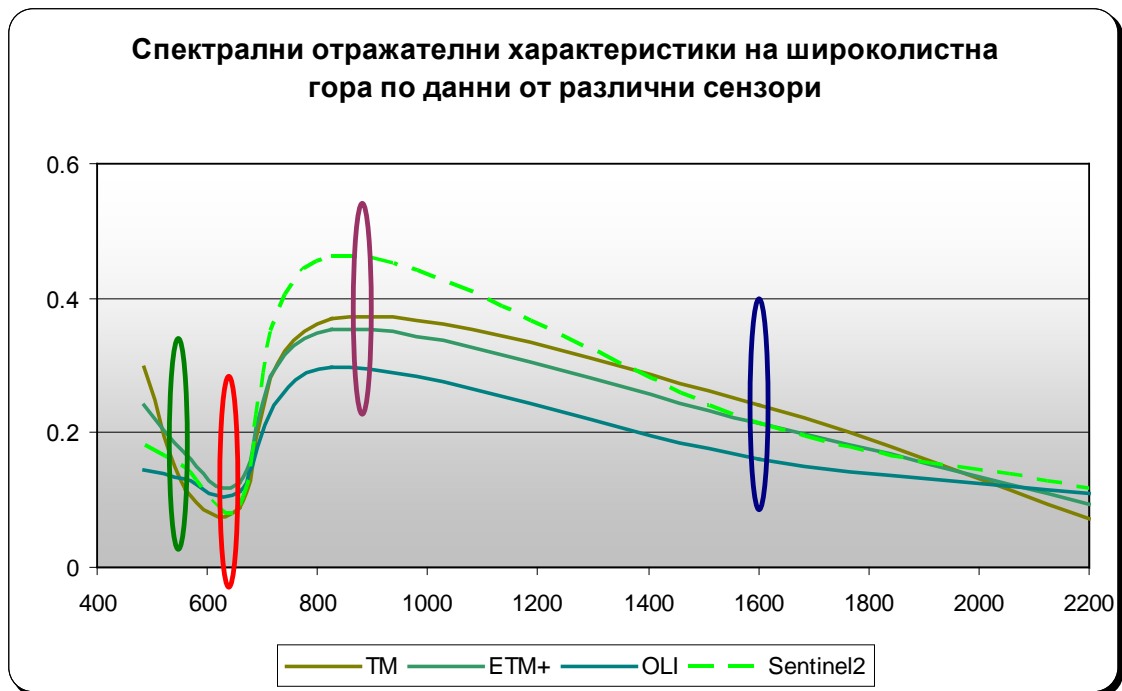
Особено голяма разлика се наблюдава в оптичния диапазон, където при всичките 4 сензора измереното отражение в синия диапазон на спектъра е по-голямо от това при зеления и червения. Това различие е най-силно при данните от сензора TM.

Различията не са проблем при регистриране наличието и границите на обектите. Проблеми могат да възникнат при количествена оценка в случай на съвместно използване на данни от различни сензори, например за проследяване на състояние на растителността посредством вегетационни индекси и др. за дълъг период от време

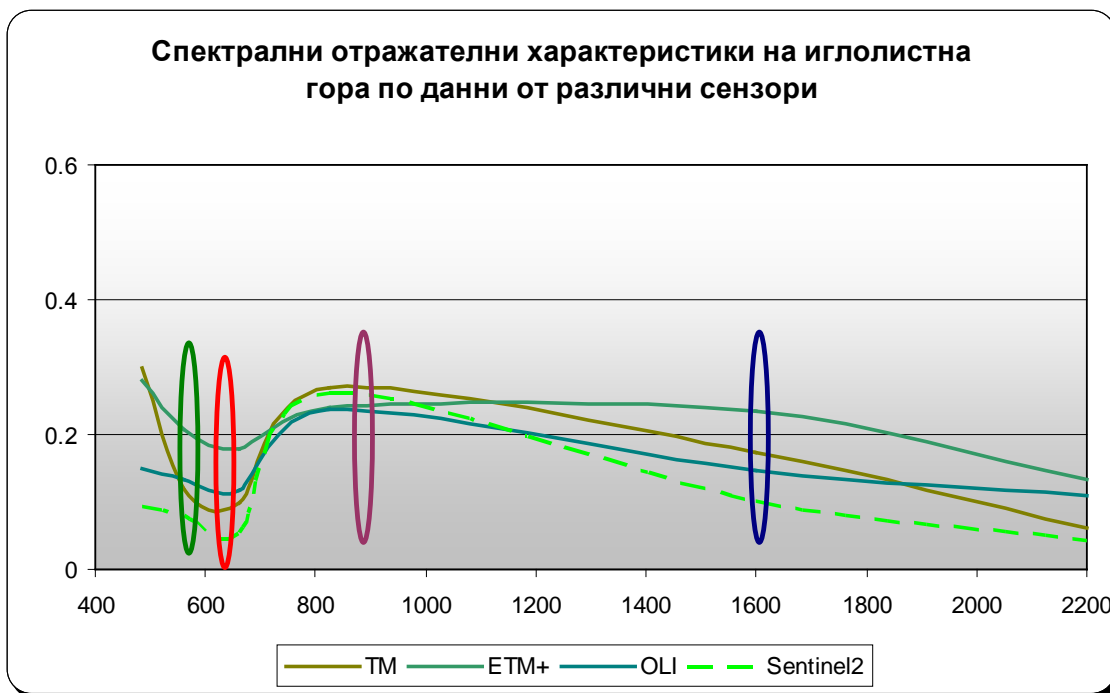


Фиг. 7. Сравнение между ширината на спектралните канали на сензорите TM, PTM+ и OLI, както и с тези от Sentinel 2

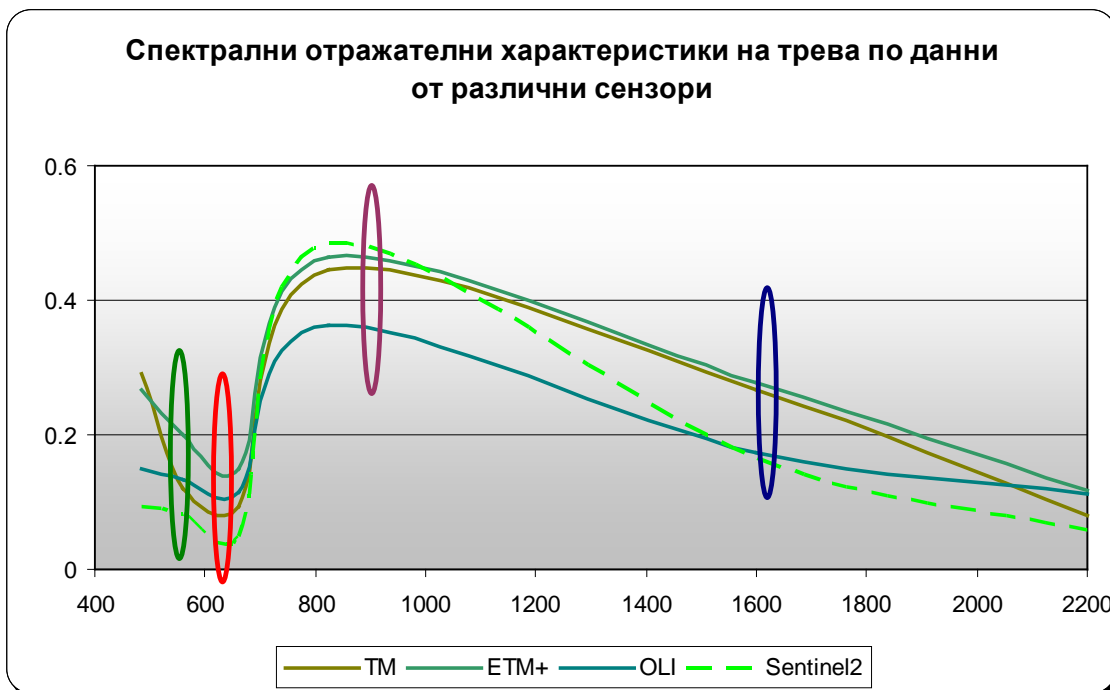
На фигури 8, 9 и 10 са представени спектралните криви за широколистна и иглолистна гора и тревна растителност с нанесени диапазони на отчитане при изчисляване на NDVI и NDWI индексите.



Фиг. 8. Спектрални отражателни характеристики на широколистна гора и RED, NIR и MIR диапазони на спектъра



Фиг. 9. Спектрални отражателни характеристики на иглолистна гора и RED, NIR и MIR диапазони на спектъра



Фиг. 10. Спектрални отражателни характеристики на тревна растителност и RED, NIR и MIR диапазони на спектъра

Както се вижда от фигурите, кривите на отражение показват различно отклонение една от друга както в различните диапазони, така и за различните типове растителност.

На фигури 11, 12, 13, 14 и 15 са представени средните NDVI [10], NDWI [11], NMDI [12], GRVI [10] и VARI [13, 14] индекси на широколистна, иглолистна гора и тревна растителност, получени от усреднените криви на отражение (фигури 3, 4, 5 и 6), пресметнати по формулите:

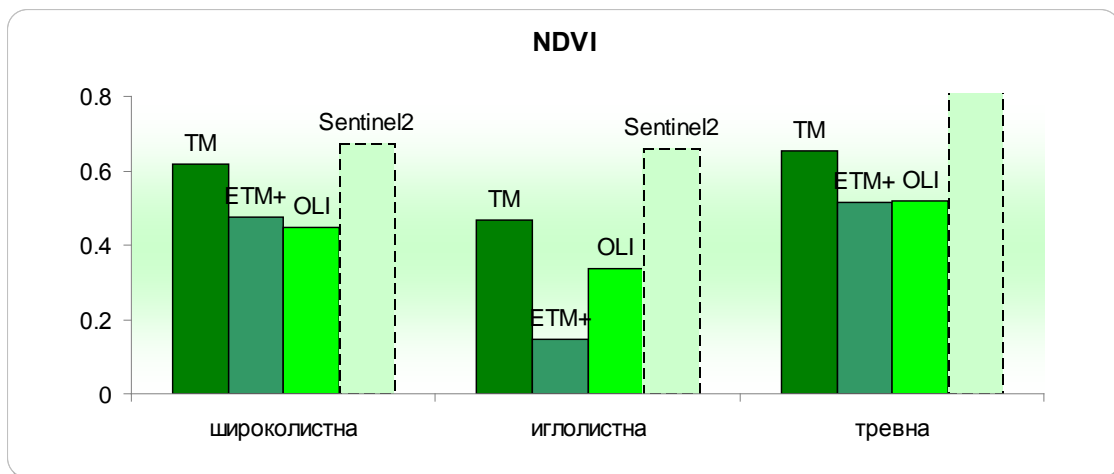
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

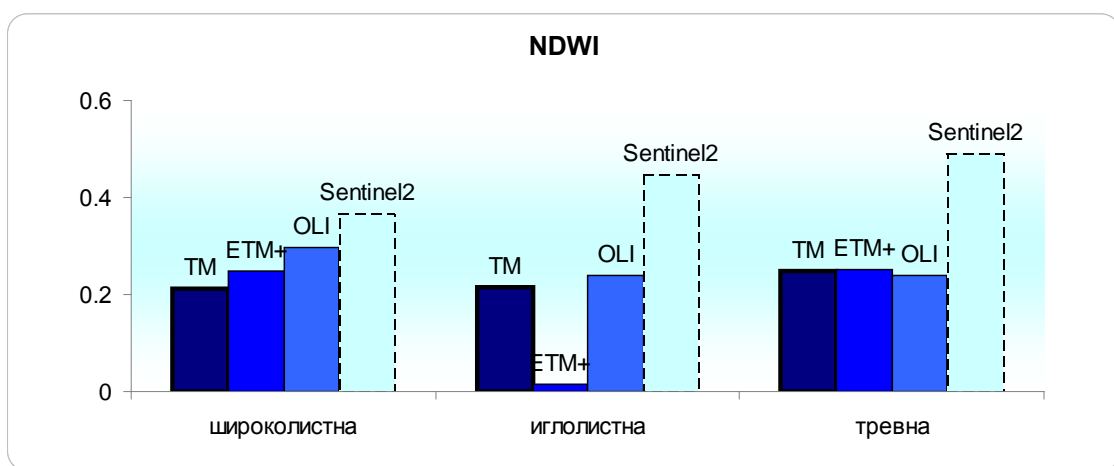
$$NMDI = \frac{NIR - (MIR - LWIR)}{NIR + (MIR - LWIR)}$$

$$GRVI = \frac{GREEN - RED}{GREEN + RED}$$

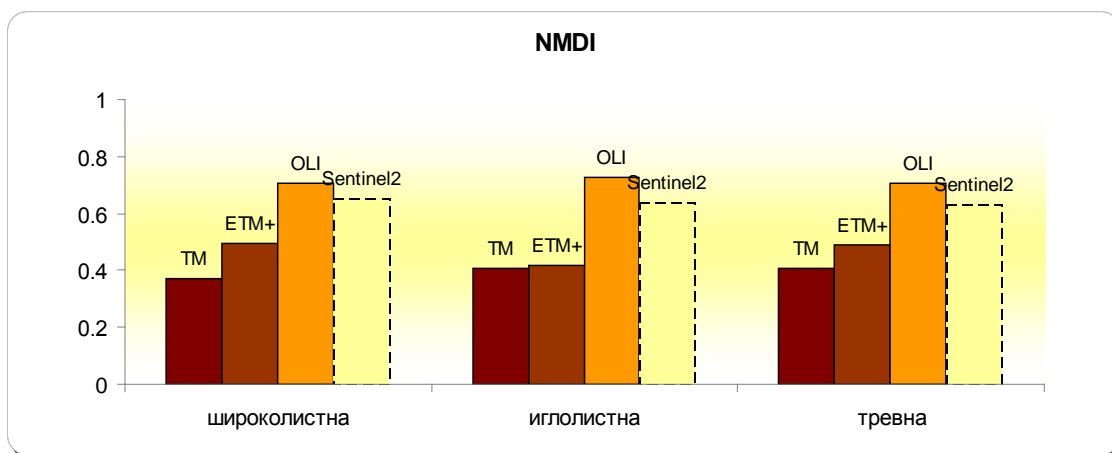
$$VARI = \frac{(GREEN - RED)}{(GREEN + RED - BLUE)}$$



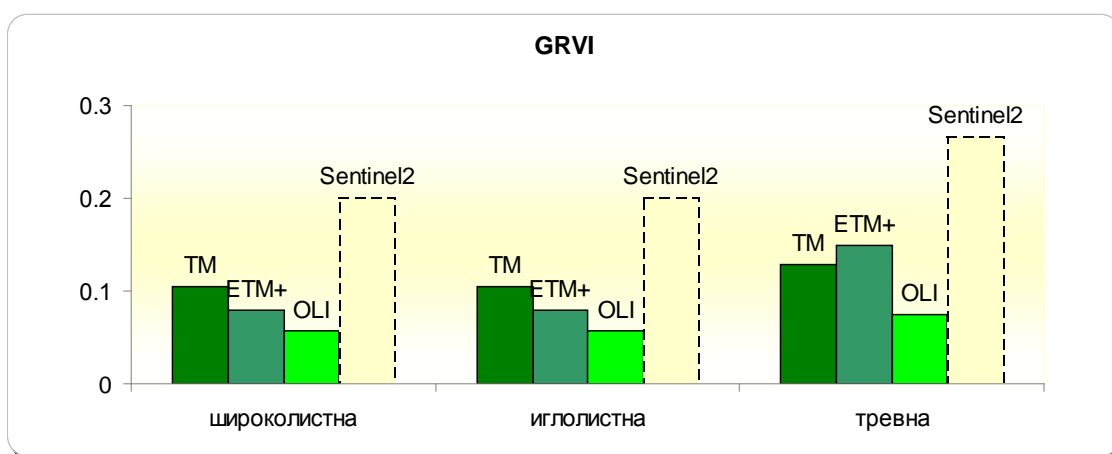
Фиг. 11. Средни NDVI индекси на основните видове естествена растителност



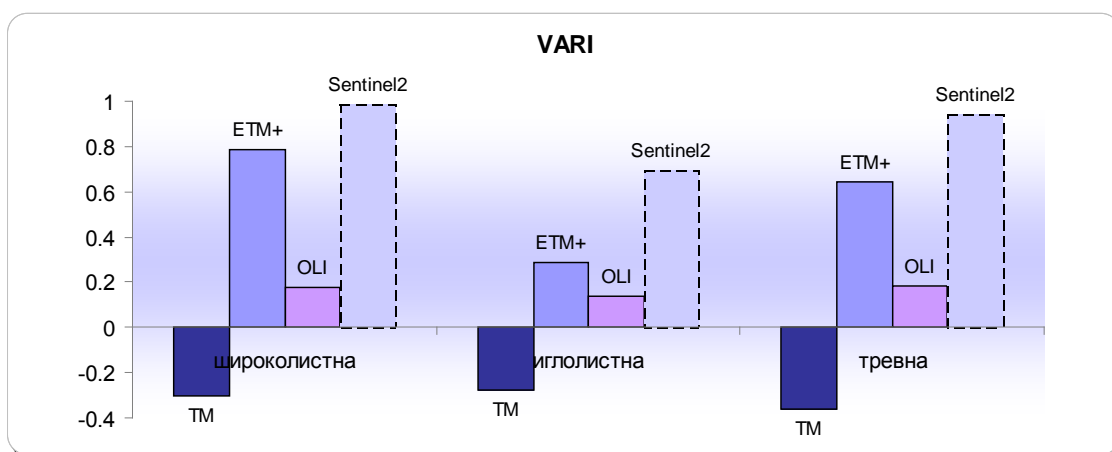
Фиг. 12. Средни NDWI индекси на основните видове естествена растителност



Фиг. 13. Средни NMDI индекси на основните видове естествена растителност



Фиг. 14. Средни NDWI индекси на основните видове естествена растителност



Фиг. 15. Средни VARI индекси на основните видове естествена растителност

Както се вижда от фигурите, усреднените индекси, получени по данни от различните сензори са различни. Нещо повече, те показват различно отклонение един от друг за различните видове растителност.

Както се вижда от фиг. 7, единствените разлики в спектралните канали на сензорите TM и ETM+ са в леко намалената ширина на 4-ти и 7-ми канал при ETM+ спрямо TM. Въпреки малките разлики, обаче, разликите в усреднените вегетационни и други индекси са много големи. Това явно се дължи на различната чувствителност на сензорите в различните

спектрални диапазони. Засилената чувствителност в синия диапазон на сензора TM води до отрицателни VARI индекси за всички видове растителност.

Заклучение

Кривите на отражение за разглежданите обекти, построени по данни от различните спътници се отличават помежду си и от действителните отражателни характеристики на избраните обекти.

Разглежданите обекти показват достатъчно различни помежду си отражателни криви за надеждното им разграничаване един от друг.

Разликите в регистрираните отражения в различните спектрални диапазони за един и същ обект и в един и същ диапазон за различни обекти не са еднакви.

Това води до заключението, че използване на количествени оценки, получени по данни от различните спътници следва да бъде по-внимателно проучено.

Съвместното използване на индекси, получени по данни от различните сензори не би довело до правилни изводи за състоянието на разглежданата растителност.

Литература:

1. Lillesand Thomas M., Ralph W. Kiefer, Jonathan W. Chipman, Remote Sensing and Image Interpretation, WILEY, 2007, ISBN 978-0-470-05245-7
2. Floyd, F. Sabins, Remote Sensing Principles and interpretation, 3rd ed., W.H. Freeman and Company, 1997, ISBN-13: 9780716724421, ISBN: 0716724421
3. ed. By Prasad S. Thenkabail, John G. Lyon, Alfred Huete, Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation, 2012, CRC Press, ISBN 978-4398-4537-0
4. <http://remote-sensing.net/> - <http://remote-sensing.net/concepts.html>
5. <http://www.seos-project.eu/modules/classification/classification-c00-p05.html>
6. база данни на секция Аерокосмическа информация към ИКИТ-БАН – <http://195.96.249.88/>
7. <http://earthexplorer.usgs.gov/>
8. NASA - Landsat home page - https://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/main/index.html
9. ESA – Sentinel 2 Users Guide - <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions>
10. Takeshi Motohka, Kenlo Nishida Nasahara, Hiroyuki Oguma and, Satoshi Tsuchida Applicability of Green-Red Vegetation Index for Remote Sensing of Vegetation Phenology, 2010, Remote Sensing, 2, 2369-2387; doi:10.3390/rs2102369
11. Gao Bo-Cai, NDWI A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space, REMOTE SENS. ENVIRON. 58: (1996) 257-266
12. Lingli Wang, , John J. Qu, Xianjun Hao, Forest fire detection using the normalized multi-band drought index (NMDI) with satellite measurements, Agricultural and Forest Meteorology, Volume 148, Issue 11, October 2008, Pages 1767–1776
13. Suresh Babu K V and Lipika Agarwa, Forest fire danger model based on satellite datasets using geo spatial techniques, International Journal of Advanced Scientific and Technical Research Issue 4 volume 4, July-August 2014, ISSN 2249-9954
14. Schneider, P., D. A. Roberts, P. C. Kyriakidis A VARI-based relative greenness from MODIS data for computing the Fire Potential Index, Remote Sensing of Environment 112 (2008) 1151–1167