

## **ОБЛАЧНА ПОКРИВКА НАД БЪЛГАРИЯ ЗА ПЕРИОДА 2004 - 2014 ГОДИНА ПО ДАННИ ОТ MODIS**

**Мария Димитрова, Румен Недков**

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

**Ключови думи:** дистанционни изследвания, облачна покривка

**Резюме:** В работата е представена методика за определяне на облачната покривка върху сателитно изображение от MODIS. Представени са резултатите от изследване на облачната покривка над България за периода юни 2004 – октомври 2014 г.

## **THE CLOUD COVER OVER BULGARIA DURING FOR THE TIME PERIOD BETWEEN 2004 AND 2014 OBTAINED FROM MODIS DATA**

**Maria Dimitrova, Roumen Nedkov**

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

**Keywords:** remote sensing, cloud cover

**Abstract:** In this work we present the procedure to determine the cloud cover on the satellite image from MODIS. Here are shown the results of the research of the cloud cover over Bulgaria for the time period between June 2004 and October 2014.

При използване на дистанционните методи за изследване на обекти, ако изследваният обект не е облачната покривка, за да бъде регистрирано излъчването му от сензора на сателита, то той следва да не бъде скрит под облаците и да не попада в тяхната сянка.

В настоящата работа е представено изследване на времето разпределение на облачната покривка над територията на Република България за периода юни 2004 – октомври 2014 по данни от MODIS.

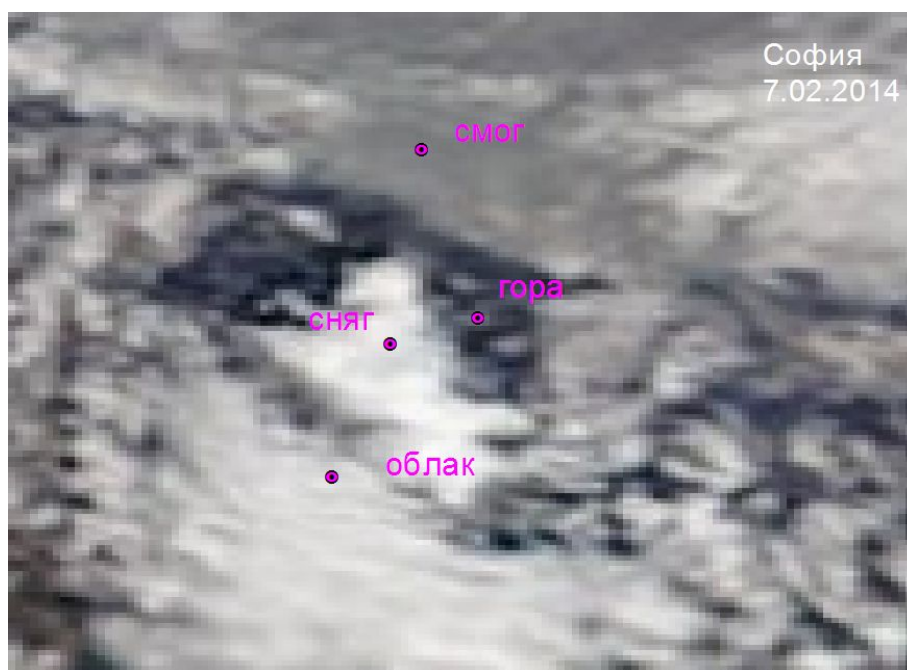
Спътниковите данни от пасивните сензори се базират на отразеното от обекта излъчване от Слънцето.

Разпознаването на различните обекти се основа на разликата в спектралните им отражателни характеристики [1, 2]. Определянето на облачната покривка в настоящата работа също се основава на този факт. Проблем при определяне на облачната покривка представляват дните с наличие на сняг. Това се дължи на сходните отражателни характеристики на облаците и снега във видимия спектрален диапазон.

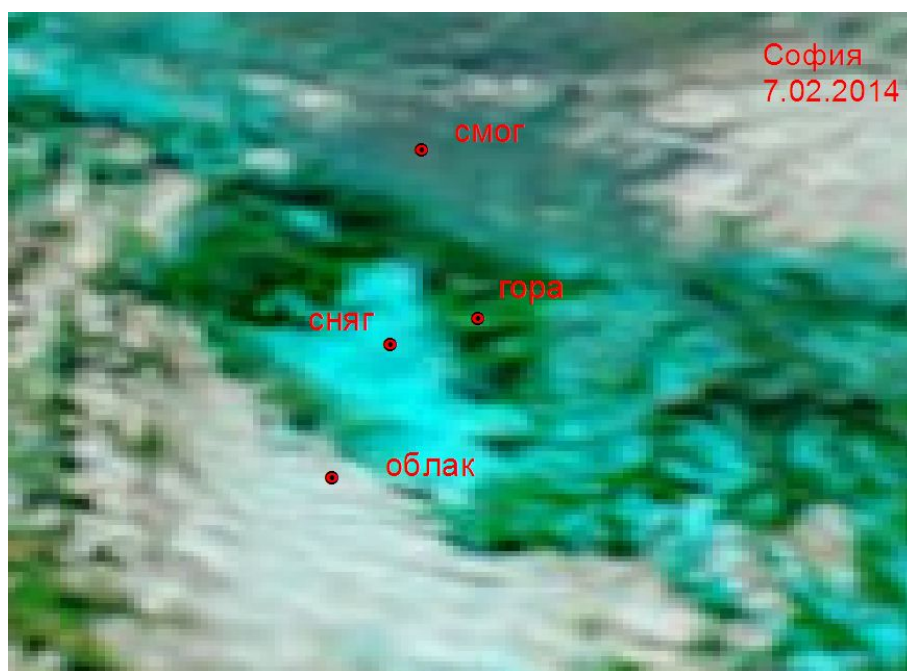
На фигури 1, 2 и 3 са представени съответно изображения във видимия диапазон и в комбинация от видимия – комбинация от канали 1, 4 и 3 - и близкия инфрачервен диапазон – комбинации от канали съответно 7, 2, 1 и 3, 6, 7 - от 7.02 тази година от областта край гр. София. Нанесени са контролни точки, които представляват различни обекти, за които са построени спектралните отражателни характеристики. Спектралните характеристики на използваните канали са дадени в таблица 1 [3].

Таблица 1. Описание на използваните спектрални канали от MODIS

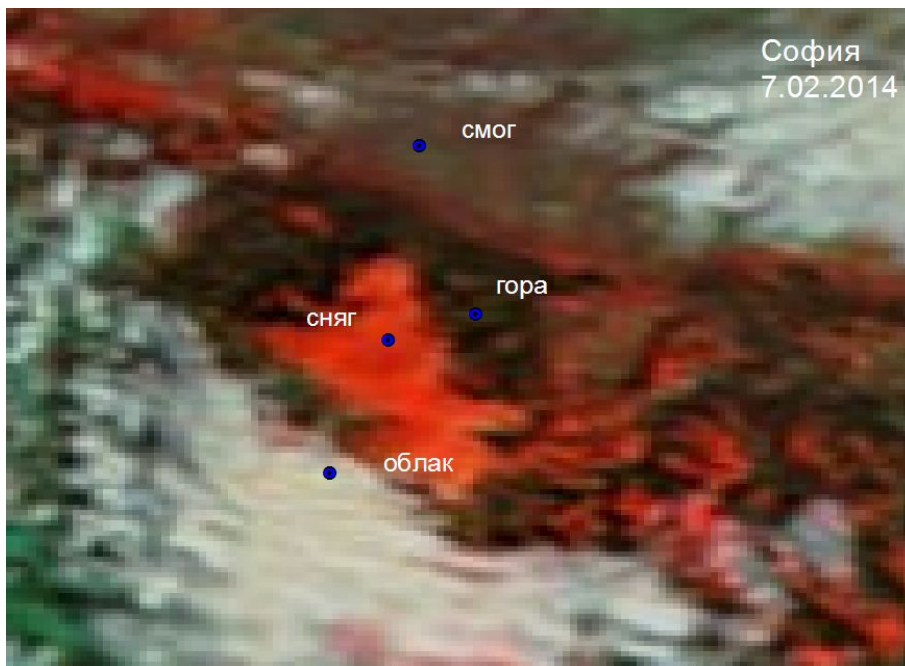
Номер на канала по MODIS	Средна дължина на вълната ( $\mu\text{m}$ )	Начална ( $\mu\text{m}$ )	Крайна ( $\mu\text{m}$ )
3	0.470	0.459	0.479
4	0.550	0.545	0.565
1	0.650	0.620	0.670
2	0.850	0.841	0.876
6	1.640	1.628	1.652
7	2.130	2.105	2.155



Фиг. 1. Композитно изображение в комбинация от канали 1, 4 и 3



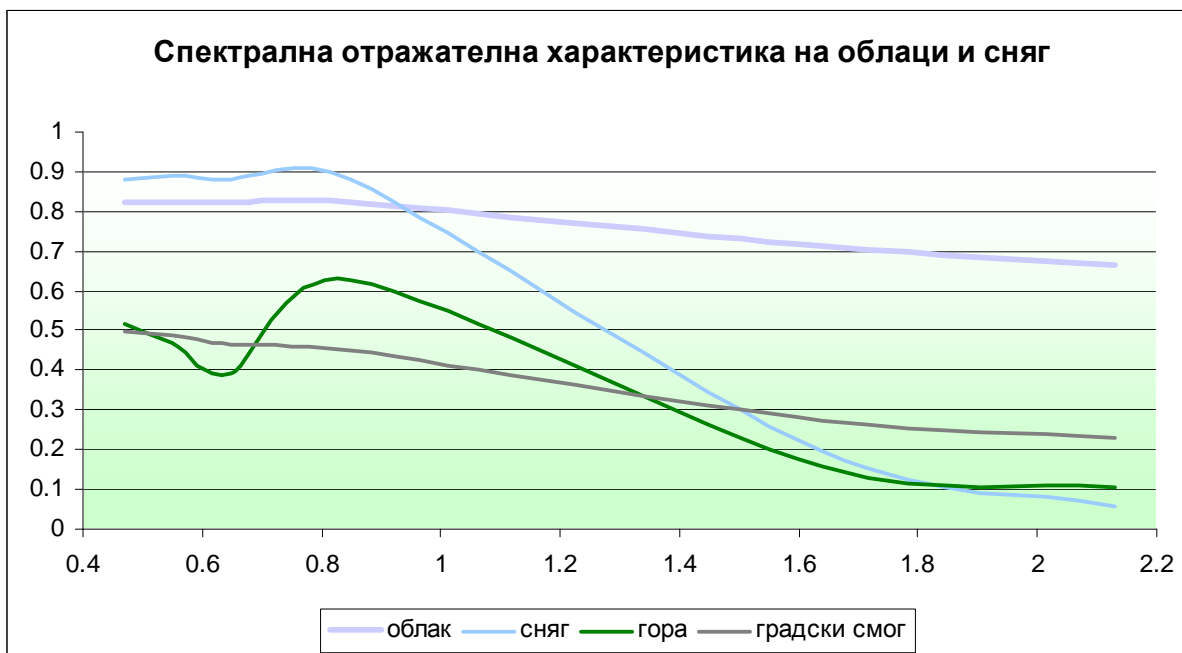
Фиг. 2. Композитно изображение в комбинация от канали 7, 2 и 1



Фиг. 3. Композитно изображение в комбинация от канали 3, 6 и 7

Както се вижда от сравнението на двете изображения - в оптичния диапазон облаците и снега изглеждат неразличими, но ясно се разграничават в инфрачервения диапазон..

На фигура 4 са представени спектралните отражателни характеристики на контролните точки. Характеристиките са получени от сателитни изображения с пространствена разделителна способност 250 метра [4, 5], канали 1, 2, 3, 4, 6 и 7 (таблица 1).



Фиг. 4. Спектрални отражателни характеристики на контролните точки

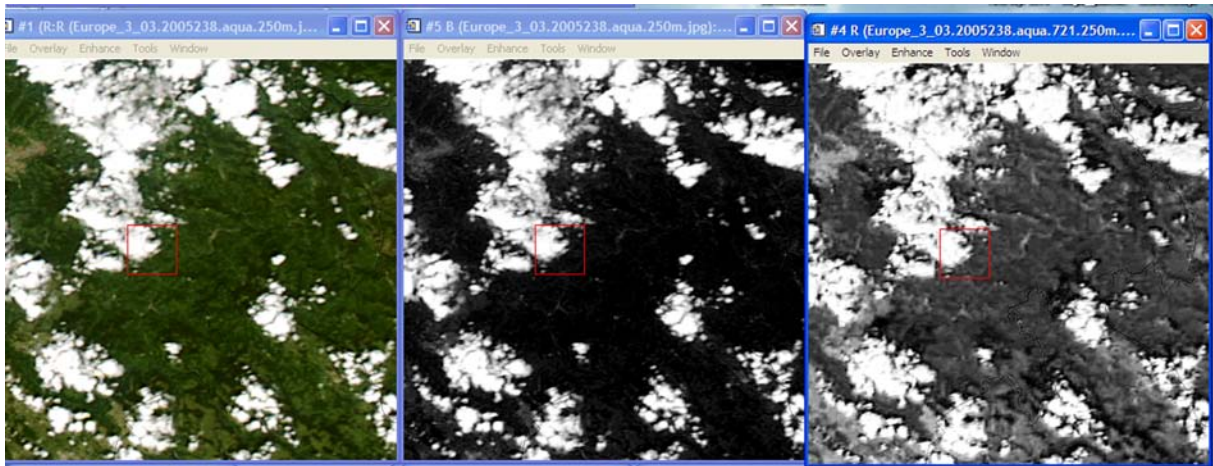
Методиката за определяне на облачната покривка над територията на България в проценти се базира на разликите в отражателните характеристики и характеристика с тези на обектите от земната повърхност.

За нуждите на настоящата работа е използвана неуправляема класификация по к-метид в два класа на синия (3-ти) канал с разделителна способност 250 метра, посредством която

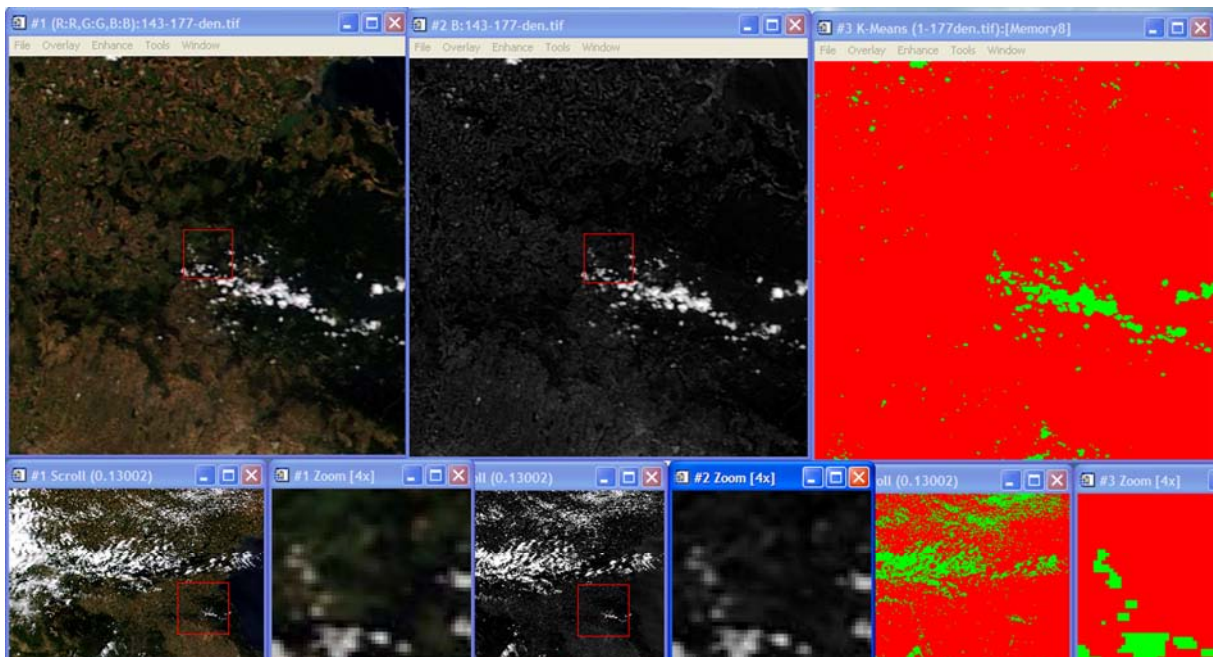
облаците се отделят от останалите обекти, изчислява се тяхната площ, оттам и процентното им покритие от цялата разглеждана територия.

На фигура 5 е представени изображения, съдържащи земна покривка и облаци в оптичния диапазон – композитно изображение в комбинация от канали 1, 4 и 3, и изображения съответно в седми и трети канал. Както се вижда, от фигури 3 и 4, при отсъствие на сняг най-добро разграничение между облаците и снега се получава при най-малка дължина на вълната – в случая на MODIS – в канал 3.

На фигурата 6 е представено сравнение на изображение 143, канал 3 и получената класификация по него. Както се вижда, облаците се отделят с достатъчна точност, за да може да бъде оценена площта, която засенчват.



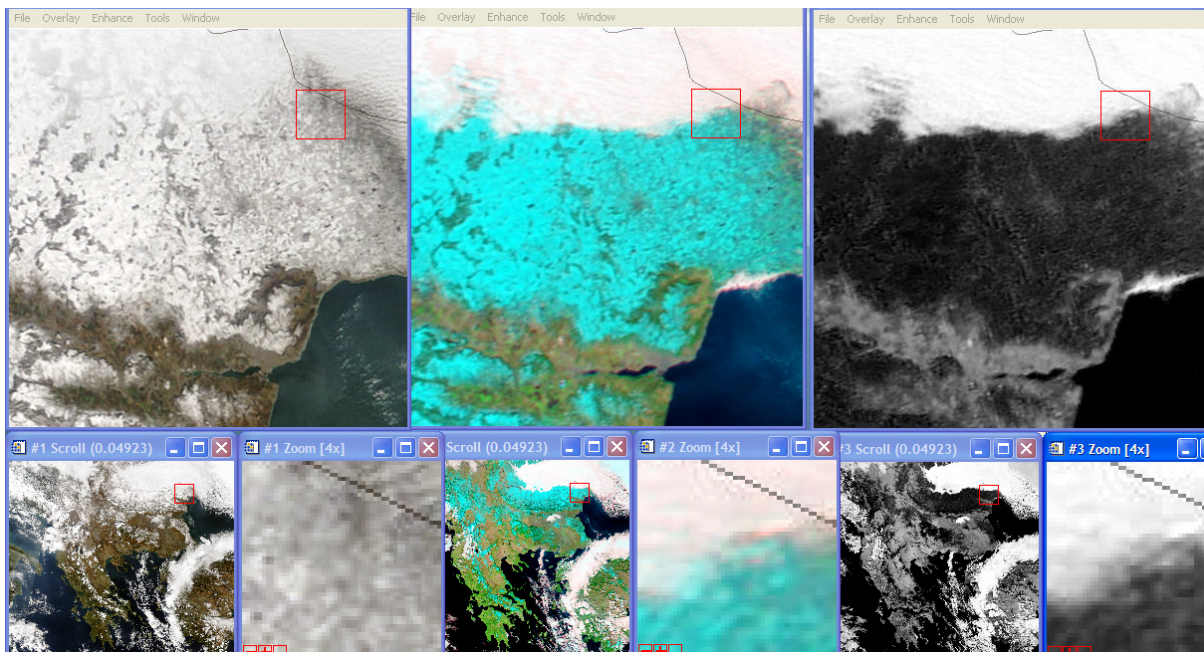
Фиг. 5. Сравнение на изображения, съдържащи земна покривка и облаци в оптичния диапазон, седми и трети канал



Фиг. 6. Резултат от неуправляема класификация в ENVI по к-матод – два класа на канал 3

При наличие на сняг – класификация по трети канал не може да бъде използвана. Потвърждение на това се вижда на фигури 1 и 4. В този случай се използва класификация при по-голяма дължина на вълната – канал 7.

На фигурата 7 е представено сравнение на изображенията 143, 721, канал 7. Както се вижда, облаците се отделят с достатъчна точност както от земната повърхност, така и от снежната покривка.



Фиг. 7. Резултат от неуправляема класификация в ENVI по к-матод – два класа на канал 7 при наличие на сняг

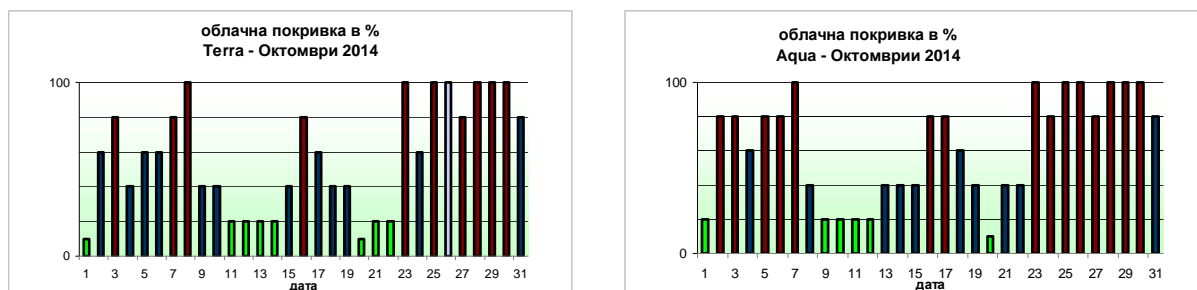
В този случай, обаче, неуправляема класификация по един канал не дава достатъчно добри резултати. Резултатите за дните с наличие на сняг са получени на базата на визуална интерпретация.

След извършване на класификацията следва изрязване по границата на България и определяне на процента облаци спрямо общата площ на страната.

След определяне на площта на облачно покритие, данните са класифицирани в следните шест категории по процент на облачно покритие:

- от 0 до 10 %
- от 10 до 20%
- от 20 до 40%
- от 40 до 60 %
- от 60 до 80%
- от 80 до 100%

За всеки месец са построени графики на времето разпределение на облачността по данни от двата спътника Terra и Aqua. Пример е показан на фигура 8

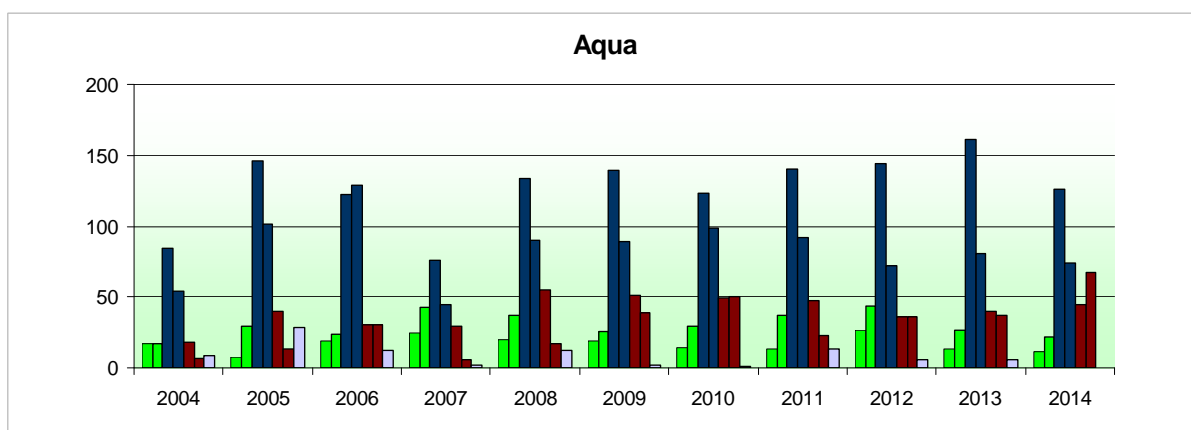
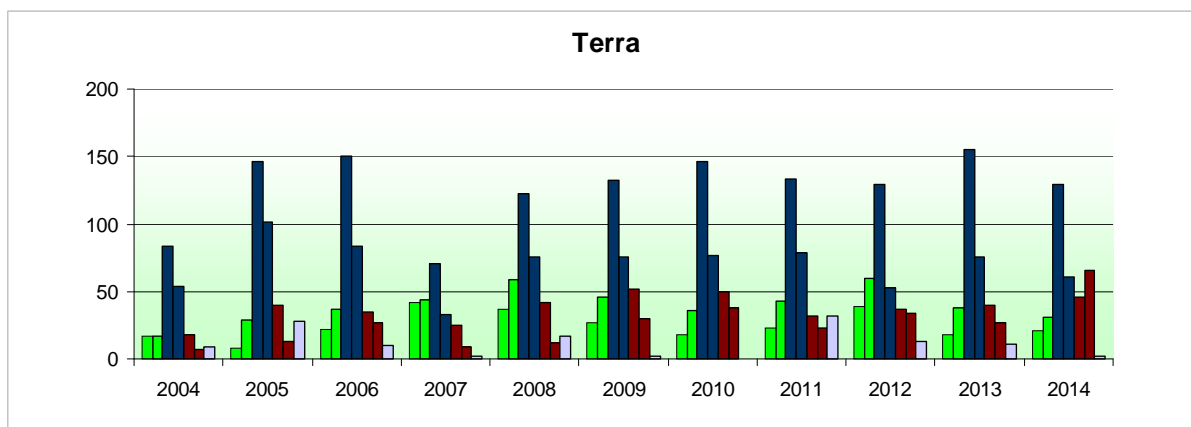


Фиг. 8. Графика на времето разпределения на облачността за месец Октомври 2014 г.

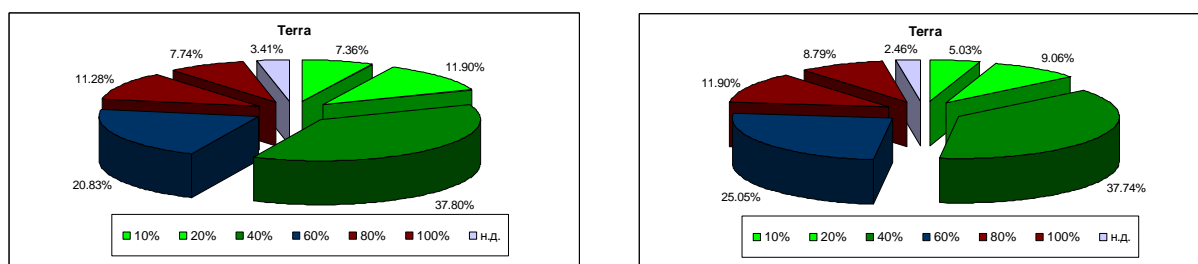
За периода 7.06.2004, 31.10.2014 се получават следните общи резултати, представени таблично в таблица 2 и графично на фигури 9 и 10.

Таблица 2. Процентно участие на дните със съответно облачно покритие за периода 2004-2014 г.

Terra							
облачност	0-10%	10-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	Няма данни
Брой дни	7.36%	11.90%	37.80%	20.83%	11.28%	7.74%	3.41%
Аqua							
облачност	0-10%	10-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%	Няма данни
Брой дни	5.03%	9.06%	37.74%	25.05%	11.90%	8.79%	2.46%



Фиг. 9. Облачна покривка по класове години за периода 2004 – 2014 г.



Фиг. 10. Облачна покривка в проценти по класове за целия период 2004 – 2014 г.

Въз основа на предварителните резултати, представени в настоящата работа, могат да бъдат направени следните предварителни изводи:

1. Сателитните изображения с облачна покривка до 20 % за целия разглеждан период са под 20 % от дните.
2. Като цяло облачната покривка е малко по-голяма в ранния следобед, отколкото в часовете преди обяд.
3. Най-голям брой – повече от една трета – са тези с облачна покривка между 20 и 40 %.

Въз основа на опита ни, обаче, можем да твърдим, че:

1. Значителни по площ и продължителност пожари могат да бъдат регистрирани в много случаи и при облачна покривка до 60 %.
2. Атмосферни замърсявания от големи промишлени обекти могат да бъдат регистрирани в много случаи и при облачна покривка до 60 %.
3. Значителни по разливна площ наводнения, които се наблюдават за педиод от време от няколко дни до няколко седмици могат да бъдат регистрирани в някои участъци и при облачна покривка до 60 %.

В заключение може да бъде отбелязано, че спътниковите данни от пасивни сензори с ниска и средна пространствена разделителна способност намират множество приложения за регистриране, проследяване на динамиката и анализ на различни екологични проблеми.

#### **Литература:**

1. Remote Sensing and Image Interpretation, Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan W. Chipman, WILEY, 2007, ISBN 978-0-470-05245-7
2. Remote Sensing Principles and interpretation, Floyd F. Sabins, 3rd ed., W.H. Freeman and Company, 1997, ISBN-13: 9780716724421, ISBN: 0716724421
3. NASA - MODIS specifications - <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>
4. Aeronet Subsets - <http://lance-modis.eosdis.nasa.gov/imagery/subsets/?project=aeronet&subset=Thessaloni>
5. Fas Subsets - [http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=Europe\\_3\\_03](http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=Europe_3_03)