

## ИЗБОР НА СПЪТНИКОВИ ДАННИ ЗА РЕГИСТРИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЯСЪЧНИ БУРИ ОТ АФРИКА, НАСОЧЕНИ КЪМ БАЛКАНСКИЯ ПОЛУОСТРОВ

**Мария Димитрова, Деян Гочев, Пламен Тренчев**

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

**Ключови думи:** атмосферно замърсяване, пясъчни бури, дистанционни изследвания

**Резюме:** В работата са разгледани критериите за подбор на спътникови данни за регистриране на пясъчни бури от Африка, които се явяват източник на прахови замърсявания над тери торията на Балканския полуостров. Сравнени са данните от различни източници като инструментите MODIS, OMI, OMPS и GOME-2, както и различните типове данни – оптични изображения, AOD, AAI и др. Направени са изводи за възможните резултати от използването им.

## CHOICE OF SATELLITE DATA FOR THE REGISTRATION AND INVESTIGATION OF SAND STORMS FROM AFRICA DIRECTED TO BALKANS

**Maria Dimitrova, Deyan Gochev, Plamen Trenchev**

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

**Keywords:** atmospheric pollution, sandstorms, remote sensing

**Abstract:** The work explores criteria for the selection of satellite data for detection of sand storms from Africa, which are a source of dust pollution over Balkans. Data from different sources such as MODIS, OMI, OMPS and GOME-2, as well as various types of data - optical images, AOD, AAI, etc. are compared. Conclusions are made on the possible results of their use

### **Въведение**

Пясъчните бури представляват издигане на пясъчни частици в атмосферата над пустинята и тяхното пренасяне на големи разстояния [1]. Бурите от Африка, които пренасят пясък над морето, са един от основните причинители на замърсяване на въздуха над южна и Европа. Праховите частици намаляват прозрачността на атмосферата, запрашават листата на растенията и влизат в дихателната система на хората [2, 3].

Тяхното регистриране и изследване както по честота и интензивност, така и по минерален състав е важно от екологична гледна точка [4].

Дистанционните методи са един от основните източници на информация за явления от такъв пространствен мащаб. В тази връзка е важен и правилният подбор на данни.

Пясъчните частици от своя страна се явяват ядра за кондензиране на водните пари в атмосферата. По този начин, в атмосфера с по-висока влажност и наличие на прах се образува по-плътна облачност [5].

За нашата територия основен проблем за регистрирането на пясъчните бури чрез дистанционни методи представлява високата степен на облачност и чести валежи в резултат на тях.

## Критерии за избор на данните

Пясъчните бури са глобално явление. От тази гледна точка, сателитни данни с нискажпространствена разделителна способност и широк пространствен прозорец са най-подходящи.

Времеви изменения от друга, доколкото са непосредствено свързани с движението на въздушните потоци, са бързи. За пълно изследване на такива процеси са необходими данни с времева разделителна способност от порядъка на час. Спътникови данни с такава висока времева разделителна способност рядко са достъпни. По тази причина е удачно данните от сателити да се съчетават с моделни изследвания (моделни за движение на въздушните маси и разпространение на замърсители в тях).

За изследване на състава на пясъчните и прахови потоци е необходима голяма спектрална разделителна способност. От друга страна – минералният състав на пясъка от един източник е практически еднакъв във времето. Затова по-удачно е той да бъде изследван посредством проби и други наземни методи.

За изследване на поведението във времето и сезонните изменения е необходимо наличие на данни от един и същи източник за дълъг период от време (от порядъка на десетки години).

При избора на тип спътникови данни са на лице няколко съображения. От една страна – оптичните данни (например данните от MODIS [6]) дават много добра визуална представа. Те могат добре да разграничават типа замърсител и неговия източник. При наличие на облачна покривка, обаче, те не могат да бъдат използвани. Данните от метеорологични спътници като MetOP, NOAA или сензора OMI [7], дават данни за оптичната дебелина AOD (aerosol optical depth) и/или AAI (aerosol absorption index), посредством които можем да поучим както визуална, така и количествена представа за наличните в атмосферата прахови частици. Те не дават добра представа за типа замърсител [8]. Те дават много добра оценка на количеството пренасян замърсител, каквато оптичните изображения не могат да предоставят.

От всичко казано до тук можем да направим извода, че за регистрирането на пясъчни бури, тяхната количествена оценка и изследване на сезонната естота е най-удачно да се използват данни за оптичната плътност на атмосферата, които могат да се съчетаят при нужда с данни във видимия диапазон.

За изследване на бързите промени в поведението във времето (в рамките на една буря например) е необходимо съчетаването на спътникови данни с метеорологични модели.

## Сравнение на данните от различни източници

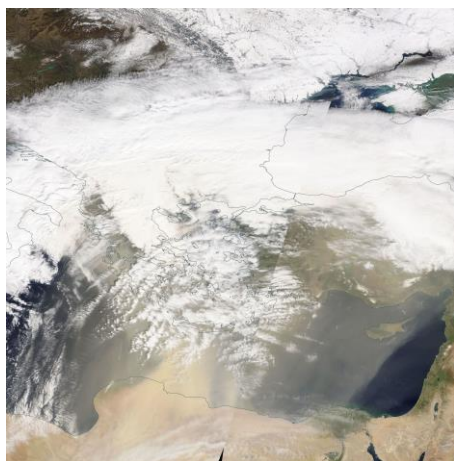
Сравнението на спътникови данни от различен тип и източници е направено на базата на данни в оптичния диапазон от инструмента MODIS (спътници Terra и Aqua) данни за AOD от същите спътници и данни за AAI от инструментите GOME-2 (спътници MetOp A и B), OMPS (спътници NOAA) и OMI (спътник Aura).

На фигури 1 и 3 са представени изображения в оптичния диапазон съответно от спътниците Terra и Aqua за 22.03.2018 г. Тази дата е избрана, т.к. пясъчният поток е силен и ясно разграничим както на оптичните, така и на метеорологичните данни. В същото време над България и Балканския полуостров има плътна облачност, която не позволява от същите изображения да се определи какво се случва с пясъчния поток над тази територия

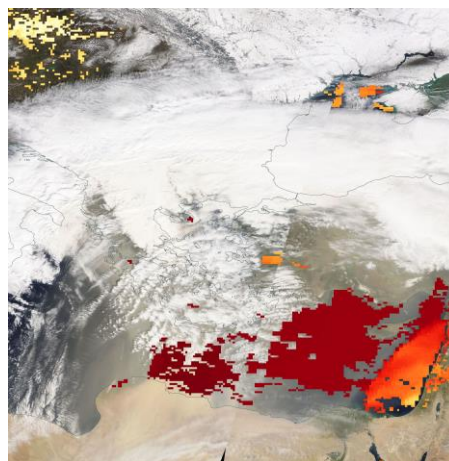
Както се вижда, в атмосферата от брега на Африка се носи плътен пясъчен поток, насочен към Балканите. Изображенията от фиг. 1 и фиг. 3 са с разлика във времето 2 часа и ясно се вижда промяната в пространственото разпределение за това време.

На фигури 2 и 4 са представени същите изображения с нанесена върху тях AOD по данни от същите моменти и източници. Както се вижда, AOD дава добра представа за плътността на пясъчния поток, но не покрива цялата засегната област. Последното твърдение ясно отчетливо се вижда при сравнение на фиг. 3 и фиг. 4, където AOD не покрива дори най-плътната струя пясък.

На фиг. 5 и фиг. 6 са представени данни за AAI от инструментите GOME-2 и OMPS за същия ден. Сивата ивица на фиг. 5 представлява участък без наличие на данни. И на двете изображения се вижда, че данни за AAI са налични и за участъците с плътна облачност, като от сравнението с фиг. 1 и фиг. 3 се вижда, че величината на AAI съответства на плътността на пясъчния поток и AOD в участъците без облачна покривка.



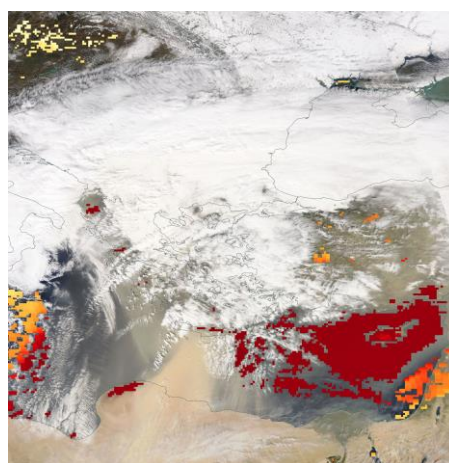
Фиг. 1. Изображение от Terra MODIS в канали 143 за 22.03.2018



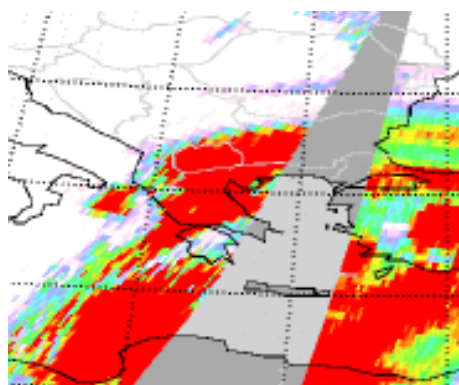
Фиг. 2. Изображение от Terra MODIS в канали 143 и AOD (10x10 km) за 22.03.2018



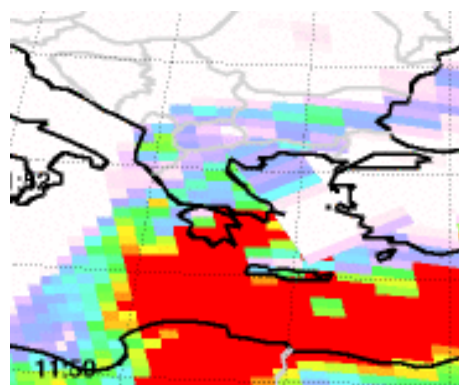
Фиг. 3. Изображение от Aqua MODIS в канали 143 за 22.03.2018



Фиг. 4. Изображение от Aqua MODIS в канали 143 и AOD (10x10 km) за 22.03.2018



Фиг. 5. Изображение от AAI от GOME-2 (спътник MetOp B) за 22.03.2018

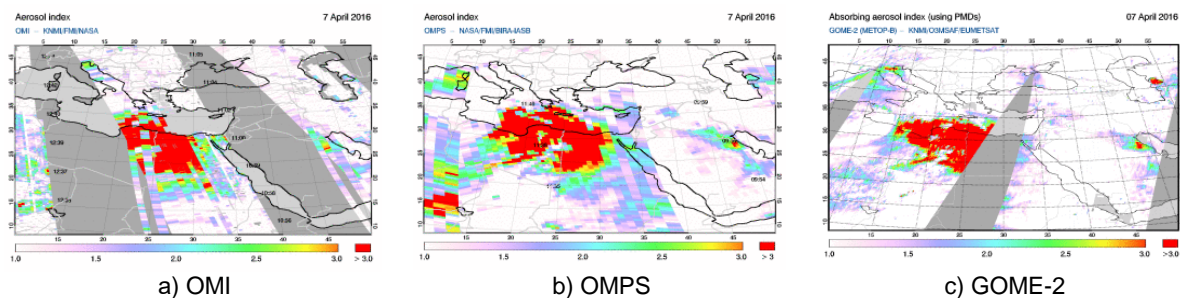


Фиг. 6. Изображение от AAI от OMPS (спътници NOAA) за 22.03.2018

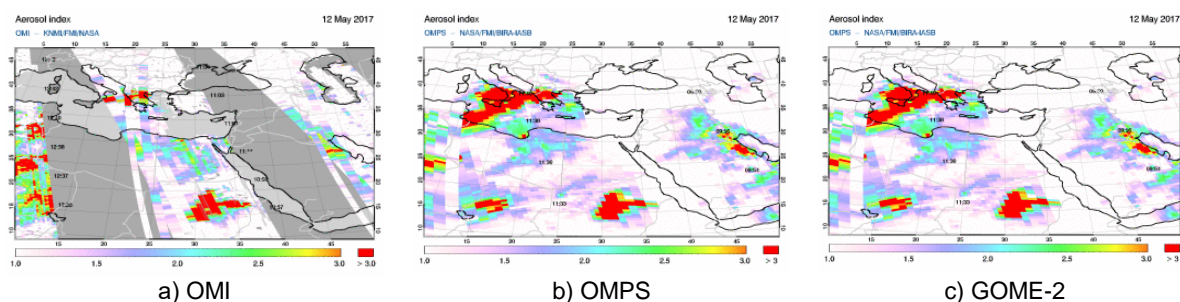
По-доброто пространствено покритие на данните за AAI от тези за AOD се дължи на това, че аерозолният индекс, като всички индекси в дистанционните изследвания, се определя посредством сравнение на регистрираното отражение в два различни спектрални канала, докато AOD се определя от сравнението на данните от един канал с теоретично определена стойност. При плътна облачност отражението от наситена с аерозолни замърсители атмосфера не може да се разграничи надеждно от наличието на облачност.

За сравнение между данните за AAI от различните източници на фиг. 7 и фиг. 8 са представени такива съответно от инструментите OMI, OMPS и GOME-2 съответно за датите

7.04.2016 г. и 12.05.2017 г. Избрани са дни, когато има данни за AAI и от трите инструмента за две различни години.



Фиг. 7. Изображение от AAI за 7.04.2016



Фиг. 8. Изображение от AAI за 12.05.2017

Както се вижда от изображенията, използването на различен инструмент води до различни, макар и подобни резултати. Това донякъде се дължи на различното време на снемане на данните, но, в по-голяма степен, на разликите в сензорите. За просто регистриране на събитие може да се използва комбинация от различни инструменти. За количествена оценка на явленията и нейната динамика във времето следва да се придържаме към данни от един или няколко еднакви инструмента.

Данни от тези инструменти са избрани, т.к. тяхното комбиниране дава една продължителна във времето картина (от 2004 г. до сега от OMI, 2007 до сега от GOME-2 и от 2012 до сега за OMPS) на явлениято. Инструментите са със сходни параметри. Данни от всеки един от тях има по веднъж за светлата част на денонощието. Пространствената разделителна способност е 40x40 km за OMI и GOME-2 и 50x50 km за OMPS. Данните от OMI, обаче, не са надеждни в последно време поради остаряване на инструмента. Това ясно се вижда от сравнението на фиг. 7 а) и 8 а). Данните от този инструмент стават все по-разпокъсани. Поради по-добрата пространствена разделителна способност и по-дългия времеви период, данните от GOME-2 са най-логичният избор.

### Заклучение

За регистрирането, изследването на сезонното и дълговременно поведение и количествена оценка на плътността на пясъчни бури над територии с честа висока облачност е най-подходящо да бъдат използвани данни за AAI. Комбинирането им с изображения в оптичния диапазон и моделирането на движението на въздушните маси дава възможност за по-детайлна оценка на кратковременната динамика на явлениято.

Използването на AAI дава възможност освен за регистриране на наличието на пясъчна буря, да бъдат направени оценки на количествено прахови частици пренасяни в атмосферата, т.к. тази величина дава мярка за интегралното количество частици в колоната над дадена точка.

За изследване на минералния състав е най-удачно да бъдат използвани наземни методи.

Комплексният подход по този начин се явява единствено решение за пълното описание на явлениято и оценката на екологичното му въздействие.

### **Литература:**

1. Emin OZSOY, "Aerosols in the Mediterranean, their origin and climatic effects", Advanced Course: CLIMATE CHANGE IN THE MEDITERRANEAN REGION PART I: PHYSICAL ASPECTS (12 - 16 March 2001), Middle East Technical University Institute of Marine Sciences, Turkey, <http://indico.ictp.it/event/a0114/material/2/4.pdf>
2. Goudie, A. S., N. J. Middleton, Saharan dust storms: nature and consequences, *Earth-Science Reviews* 56 2001 179–204.
3. Pericleous, K. A., S. Plainiotis, BEA Fisher, AIRBORNE TRANSPORT OF SAHARAN DUST TO THE MEDITERRANEAN AND TO THE ATLANTIC, Proceedings of second LASTER International Conference ENVIRONMENTAL MODELLING AND SIMULATION, 2006, 54-59, Virgin Islands US, ISBN 0-88986-671-1
4. Blanco, A., F. De Tomasi, E. Filippo, D. Manno, M. R. Perrone, A. Serra, A. M. Tafuro, and A. Tepore, Characterization of African dust over southern Italy, *Atmos. Chem. Phys.*, 3, 2147–2159, 2003, 2147–2159.
5. Kenneth Sassen, Paul J. DeMott, Joseph M. Prospero and Michael R. Poellot, Saharan dust storms and indirect aerosol effects on clouds: CRYSTAL-FACE results, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, Vol. 30, No. 12, 1633, doi:10.1029/2003GL017371, 2003.
6. <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
7. <http://www.temis.nl/index.php>
8. Martin de Graaf, Olaf Tuinder, ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT ATBD for the GOME-2 Aerosol products, 2015, O3MSAF/KNMI/ATBD/002, [http://www.temis.nl/airpollution/absaai/doc/O3MSAF\\_ARS\\_ATBD\\_v2.36\\_20150706.pdf](http://www.temis.nl/airpollution/absaai/doc/O3MSAF_ARS_ATBD_v2.36_20150706.pdf)