

СРАВНЯВАНЕ НА МОДЕЛИ ЗА ВРЪЗКИТЕ МЕЖДУ AAI(AOD) И PM_{2.5}, PM₁₀

Деян Гочев, Мария Димитрова, Пламен Тренчев

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

Ключови думи: атмосферно замърсяване, регресионен модел, AAI, AOD, PM_{2.5}, PM₁₀

Резюме: За анализ на връзките между AOD и PM₁₀ се използва многопараметрична линейна регресия. Метеорологичните параметри, височината на планетарния граничен слой, сезонни и географски характеристики на областта могат да влияят на пространствено-временните промени на връзките между данните за AOD и PM₁₀. За избор на оптимални параметри за модел резултатите са статистически оценени с реални данни.

A COMPARISON OF MODELS FOR THE RELATIONS BETWEEN AAI(AOD) AND PM_{2.5}, PM₁₀

Deyan Gochev, Maria Dimitrova, Plamen Trenchev

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

Keywords: atmospheric pollution, regression model, AAI, AOD, PM_{2.5}, PM₁₀

Abstract: A multi-parameter linear regression was used for the analysis of a relations between AOD and PM₁₀. Meteorological parameters, planetary boundary layer height, season and geographical characteristics of area can affect the spatial and temporal variation of relationship between PM₁₀ and AOD data. In order to choose optimal parameters for a model, the results are statistically compared with real data.

Въведение

Изследване на количественото, териториално и темпорално разпределение на замърсяването с фини прахови частици е актуален екологичен проблем, пряко свързан с човешкото здраве.

Атмосферните замърсявания са динамично явление, което възниква и се развива в рамките на минути до часове.

Градското замърсяване на въздуха по мащаби е локално. То обаче се разглежда самостоятелно, защото градовете представляват области на локални максимуми на замърсяване на въздуха поради голямата концентрация на автомобили, на промишлени, битови и други източници. Замърсяването на въздуха в градовете е един от най-важните съвременни проблеми, особено за силно урбанизирани континенти като Европа [1].

Проблемите от регионален и континентален мащаб са резултат от специфични метеорологични условия или от нарастващи емисии, а често и от двете едновременно.

Промислените предприятия и открития добив на полезни изкопаеми са източник на такива замърсявания.

Има два основни типа източници на информация за качеството на атмосферния въздух – наземни измервателни станции и сателитни данни. Двата вида данни имат принципни съществени различия и са взаимно допълващи се. Наземните измервателни станции дават точни измервания с висока времева разделителна способност, но са точкови и верни единствено за мястото, на което се намират. Спътниковите данни са глобални, имат добро

пространствено разпределение, но сравнително ниска пространствена и времева разделителна способност.

Особено важно е да бъде изследвана AOD за прогнозиране на PM_{2.5} концентрации, която има регионална и сезонна изменчивост и е чувствителна спрямо облачност. Зависимостта е различна според мащаба на процеса и разрешителната способност на спътниковите изображения. Обикновено се ползват регионални модели, вместо обобщени регресионни зависимости. Освен спътниково базирани пасивни сензори MODIS, MISR, SeaWiFS and OMI, за намаляване в моделите на неопределеностите на параметризация се ползват и лидарни измервания. От значение са метеопараметри вятър, влажност, температура, височина на ПГС, орографски особености, също и информация за времевата цикличност на аерозолното замърсяване в градовете [2].

Модели за връзката AOD – PM

За минимизиране на споменатите погрешности се използват различни уравнения пресметнато $PM_{2.5} = (\text{моделна наземна аерозолна концентрация/моделна AOD}) \times (\text{измерено AOD})$ [3]

Пресмятането на PM₁₀ е усложнено от различни трудности, породени от специфичните химическа реактивност и размери на компонентите на аерозолната смес.

За едно-параметричен регресионен модел се ползва

$$[PM_{10}] = \alpha_0 + \alpha AOD(AOD)$$

За много-параметричен модел

$$[PM_{10}] = \alpha_0 + \alpha T(T) + \alpha W(W) + \alpha Dir(Dir) + \alpha RH(RH) + \alpha AOD(AOD) + \alpha PBLH(PBLH)$$

където:

T - температура,

W - скорост на вятъра,

Dir - посока на вятъра,

RH - относителна влажност,

(ПГС) - височина на PBL,

α_0 е свободният член на общото уравнение и α_i са съответните регресионни коефициенти.

Реално коментираните зависимости са нелинейни, което дава свобода за експериментиране, но и ограничава приложимостта на всеки модел, например

$$[PM_{10}] = (\alpha_0 + \alpha T(T) + \alpha Dir(Dir)) \times (\alpha RH(RH)) (\alpha AOD(AOD)) (\alpha PBLH(PBLH)) \times (W^\alpha W),$$

който се ползва като

$$\ln([PM_{10}]) = \alpha_0 + \alpha T(T) + \alpha Dir(Dir) + \alpha RH(RH) + \alpha AOD \ln(AOD) + \alpha PBLH \ln(PBLH) + \alpha W \times \ln(W)$$

За изясняване приложимостта на моделите се ползват различни статистически оценки. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4172787/>

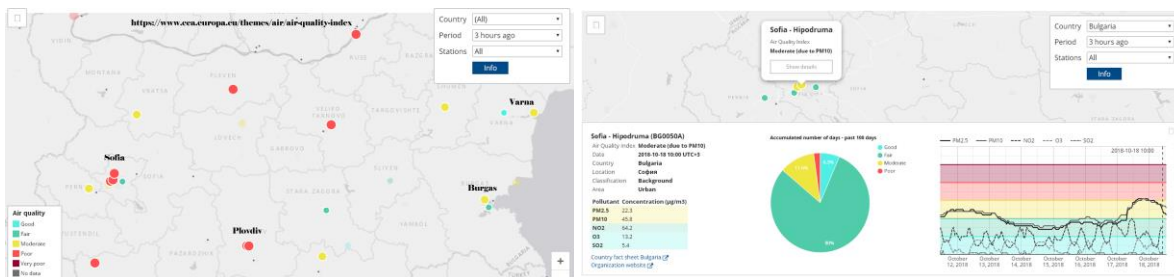
Изследване на възможността за прилагане на линеен модел AAI – PM за големите градове на територията на България

За изследване на възможностите за прилагане на линеен модел за връзката между сателитните и наземни данни за замърсяването с фини прахови частици са избрани:

1. Наземни данни за PM_{2.5} и PM₁₀ за градовете София, Пловдив, Варна и Бургас [4]

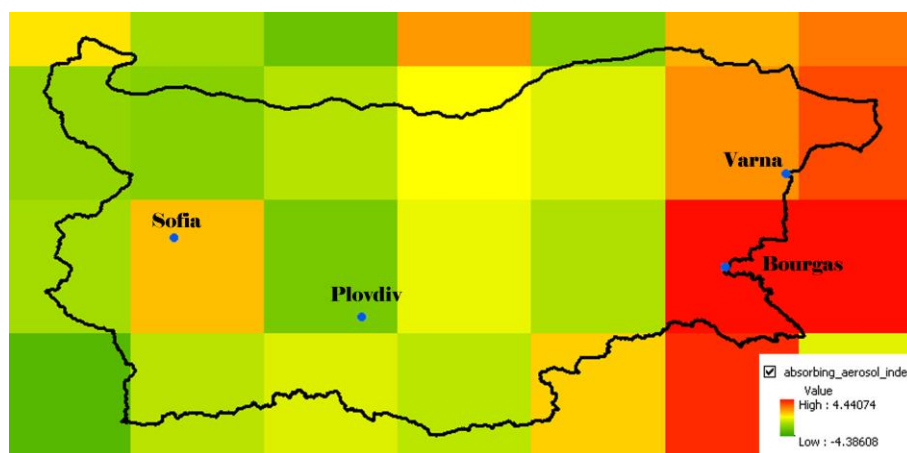
2. Спътникови данни от GOME-2 (спътник MetOp B) [5].

На фиг. 1 е показано разположението на използваните наземни станции и вида на предоставяните данни.



Фиг. 1. Разположението на използваните наземни станции и вида на предоставяните данни

На фиг. 2 е представена илюстрация за разпределението на AAI над територията на България и избраните градове.



Фиг. 2. Разпределението на AAI над територията на България по данни от GOME-2 за 12.10.2018

Използвани са наземни данни за периода 12.10.–31.10.2018 от следните наземни станции:

1. София – Хиподрума, Надежда, Дружба и Павлово
2. Пловдив – Каменица, Тракия
3. Варна – СОУ „Ангел Кънчев“
4. Бургас – Долно езеро, Меден рудник

Всички станции ежечасно предоставят данни за PM_{10} . За $PM_{2.5}$ данни предоставят единствено станциите Хиподрума (София) и станцията в град Варна.

При наличие на повече от една наземна измервателна станция в даден град, се използва осреднената стойност между всичките им измервания. Използват се наземни данни от най-близкия час до прелитането на сателите над съответния регион.

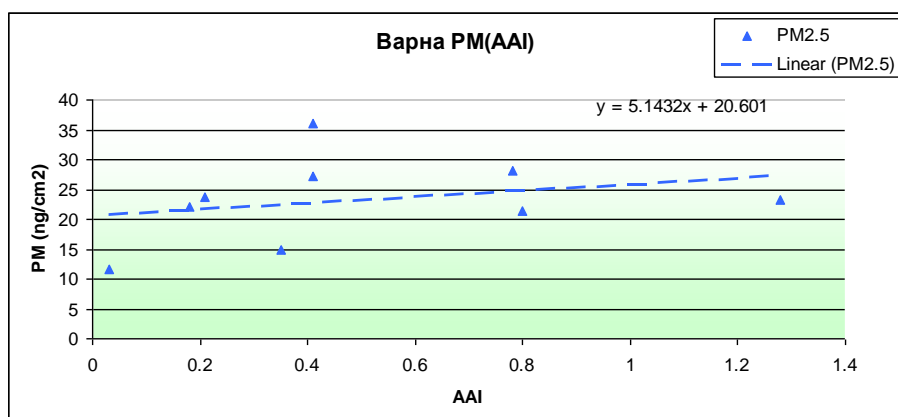
За разглеждания период сравнително слаби покачвания на аерозолния индекс са наблюдавани единствено в района на градовете Варна и Бургас за дните 12 и 22.10.2018 и в района южно от град Пловдив на 14 и 17.10.2018. Максималната регистрирана стойност на AAI е 1.35, което е твърде малко за наличие на съществено замърсяване с фини прахови частици.

На фиг. 3 и фиг. 4 са илюстрирани получените предварителни зависимости между AAI и $PM_{2.5}$ за Варна, PM_{10} за Бургас.

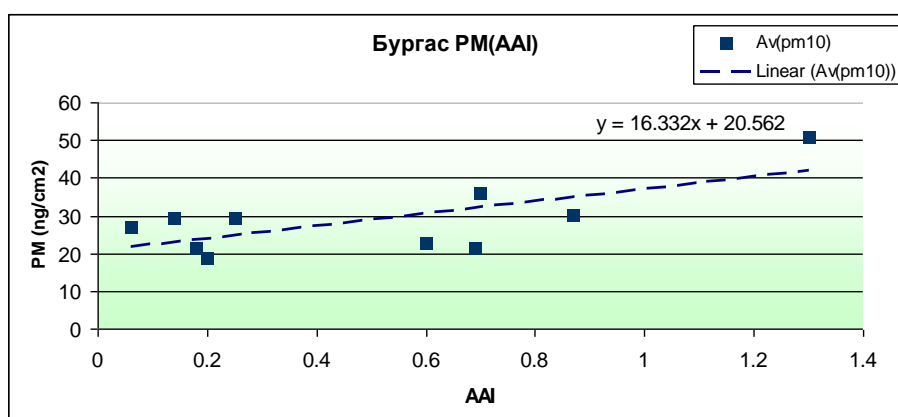
Получените резултати бяха сравнени с тези от прогностичния модел ENSEMBLE [6]

Проучено бе и влиянието на метеорологичната обстановка по реални метеостойности от [7, 8, 9].

За изследвания период метеорологичната обстановка показваше слаби вариации, което не даде възможност да се изследва прилагането на модел, различен от линейния.



Фиг. 3. Зависимост между AAI и PM_{2.5}



Фиг. 4. Зависимост между AAI и PM₁₀

Изводи и заключение

Целта на представената работа е да проверим валидността на споменатите в обзора предположения, които бяха потвърдени в своята общност. Проблем бе липсата на явления с високи замърсявания за периода и районите. Въпреки това, особено сравняването с резултатите (прогностични за 4 дни с реални за съответния период) от ENSEMBLE, както и с други модели, еднозначно показа чувствителност на пресмятанията при начало и край на промени в метеоусловията. Използването на атмосферен аерозолен индекс (AAI) вместо атмосферна оптична дебелина (AOD) дава по-достоверни резултати.

Литература:

1. Андреев, Васил, Веселин Александров, Екатерина Бъчварова, Актуални рискови явления в атмосферата, София, Деметра, 2010.
2. Aaron van Donkelaar, Randall V. Martin, Rokjin J. Park, Estimating ground-level PM_{2.5} with aerosol optical depth determined from satellite remote sensing, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014009583>
3. HJing Li, Barbara E. Carlson, Andrew A. Lacis, How well do satellite AOD observations represent the spatial and temporal variability of PM_{2.5} concentration for the United States?, Atmospheric Environment 102 (2015) 260e273, http://acmg.seas.harvard.edu/publications/2005/Donkelaar_jgr_2005.pdf
4. European Environment Agency – Air Quality Index, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>
5. Air quality satellite data from GOME-2, <http://www.temis.nl/airpollution/absaai/>
6. http://macc-raq-op.meteo.fr/index.php?category=ensemble&subensemble=hourly_ensemble&date=LAST&calculation-model=ENSEMBLE&species=o3&level=SFC&offset=000
7. <https://www.wunderground.com/weather/bg/sofia>
8. <https://www.wunderground.com/weather/bg/plovdiv>
9. <https://www.wunderground.com/weather/bg/varna>