

Badanie własności optycznych aerozoli na podstawie synergii obserwacji satelitarnych i pomiarów naziemnych

Streszczenie

Aerozol atmosferyczny jest ważnym składnikiem atmosfery, gdyż wpływa na bilans radiacyjny, a co za tym idzie na klimat Ziemi, w wyniku bezpośredniego oddziaływania cząstek z promieniowaniem, a także pośrednio, poprzez modyfikację własności mikrofizycznych chmur. Do precyzyjnego określenia roli aerozolu w procesach klimatycznych, ze względu na obserwowane duże zmiany zawartości aerozolu w atmosferze, niezbędny jest monitoring grubości optycznej aerozolu prowadzony w dużej skali przestrzennej. Zmiany ilości aerozolu w atmosferze, a także jego kompozycji, wiążą się zarówno z emisjami naturalnymi, jak i antropogenicznymi. W drugim przypadku szczególną rolę odgrywają aglomeracje miejskie, które odpowiadają za duże emisje cząstek oraz znaczne modyfikacje składu aerozolu atmosferycznego.

Monitoring grubości optycznej aerozolu na dużych obszarach może być prowadzony przy zastosowaniu detektorów satelitarnych. Teledetekcyjne badania własności optycznych aerozolu atmosferycznego wiążą się jednak z szeregiem problemów i ograniczeń, a jedną z najważniejszych trudności jest konieczność oszacowania refleksyjności powierzchni ziemi. W ramach niniejszej pracy opracowana została metoda integracji danych mająca na celu poprawę algorytmów służących do wyznaczania własności optycznych powierzchni ziemi, co z kolei przekłada się na mniejsze błędy w wyznaczanej grubości optycznej aerozolu atmosferycznego.

Wykorzystanie danych teledetekcyjnych w celu uzyskania informacji na temat własności fizycznych aerozolu wiąże się z koniecznością użycia metod odwrotnych. W rozdziale 2 przedstawiona została definicja problemu odwrotnego a także podstawowe metody jego rozwiązywania. Opisane zostało równanie transferu promieniowania w atmosferze, pełniące rolę tzw. modelu bezpośredniego w zagadnieniach odwrotnych, a także kilka uproszczeń stosowanych podczas rozwiązywania tego równania.

Rozdział 3 zawiera podsumowanie głównych problemów związanych z satelitarną teledetekcją aerozolu atmosferycznego. Przybliżone zostały również najważniejsze metody wykorzystywane w satelitarnych badaniach aerozolu. Przegląd używanych algorytmów obejmuje zarówno metody stosowane w przypadku instrumentów poruszających się po orbitach biegunowych, jak i tych umieszczonych na satelitach geostacjonarnych. Wyszczególnione i opisane zostały algorytmy

wykorzystywane do wyznaczania własności aerozolu na podstawie pomiarów wykonywanych przez detektor SEVIRI.

W rozdziale 4 opisana została konstrukcja dwóch autorskich algorytmów służących do wyznaczania własności optycznych aerozolu atmosferycznego. Zaproponowano dwie różne metody, 1- i 2-kanalową, oparte na synergii danych satelitarnych pochodzących z przyrządu SEVIRI, obserwacji naziemnych oraz modeli numerycznych. W obydwu przypadkach do oszacowania rozkładu przestrzennego grubości optycznej aerozolu w dniu referencyjnym stosowana jest metoda optymalnej interpolacji. Informacje na temat AOD w dniu referencyjnym pozyskano z detektora MODIS lub z modeli MACC lub NAAPS. Po wykonaniu korekcji tła aerosolowego względem naziemnych pomiarów fotometrycznych wyznaczana jest refleksyjność powierzchni w dniu referencyjnym. Uzyskana w ten sposób wartość współczynnika odbicia podłoża jest następnie wykorzystywana do wyznaczania rozkładu przestrzennego AOD w okresie ± 10 dni.

Walidacja opracowanych algorytmów przedstawiona została w rozdziale 5. Porównanie AOD wyznaczonego na podstawie obserwacji SEVIRI z obserwacjami fotometrycznymi wskazuje na dość dobrą zgodność wyników. Najmniejsze różnice zanotowane zostały dla obserwatorium w Belsku, dla obydwu wersji algorytmu. Średnie różnice AOD wahają się od -0,02 do 0,02, a średni błąd kwadratowy przyjmuje wartości 0,04-0,05. Dobrą zgodność zanotowano również dla porównania AOD wyznaczonego dla całego obszaru Polski z danymi z detektora MODIS, zarówno dla przypadków, w których AOD w dniu referencyjnym pochodziła z detektora MODIS jak i z modelu MACC. Średni bias był zwykle niższy niż 0,01, a rms przyjmował wartości z zakresu 0,04-0,06.

Rozdział 6 poświęcony jest analizie wpływu emisji pochodzących z aglomeracji miejskich na rozkład przestrzenny własności optycznych aerozolu atmosferycznego, w kontekście metody optymalnej interpolacji. Długookresowe obserwacje grubości optycznej aerozolu oraz koncentracji cząstek pyłu zawieszonego o średnicach $< 10 \mu\text{m}$ zebrane w Warszawie i w okolicach miasta wskazują na niewielki wpływ emisji lokalnych.

Olga Zawadzka