

Zrozumienie zjawisk obserwowanych w koronie słonecznej i w koronach gwiazd wymaga znajomości podstawowych parametrów plazmy takich jak skład chemiczny, temperatura i miara emisji. Wielkości te są niezbędnymi parametrami wejściowymi w modelowaniu procesów fizycznych zachodzących w plazmie koronalnej, m.in. są podstawą do obliczeń energii rozbłysku, a w przypadku gwiazd odgrywają kluczową rolę w wyjaśnianiu historii ich formowania. Spektroskopia rentgenowska daje nam dostęp do ogromnej ilości informacji o właściwościach fizycznych plazmy koronalnej. Obserwując widma (linie i kontinuum) z odpowiednią rozdzielczością i czułością można na przykład określić w najdokładniejszy sposób wartości temperatury, gęstości i obfitości pierwiastków. Diagnostyka plazmy rentgenowskiej opiera się na analizie natężeń lub strumieni wybranych linii widmowych i wyznaczeniu poziomu kontinuum. Do obserwowanego widma dopasowywany jest model teoretyczny i dopiero, w wypadku zgodności obserwacji z teorią, wyznaczane są parametry plazmy. Najprostszy model zakłada, że cała emitująca plazma ma jedną temperaturę (jest to tzw. model izotermiczny). Takie założenie pozwala w stosunkowo łatwy sposób uzyskać informację o temperaturze i mierze emisji, ale są to jedynie **średnie wartości** tych parametrów. Dla większości źródeł w koronie Słońca widmo rentgenowskie nie jest unikalną funkcją pojedynczej temperatury, ale jest opisywane za pomocą rozkładu plazmy wraz z temperaturą, tak zwanego rozkładu różniczkowej miary emisji (DEM). Wyznaczanie rozkładu DEM wymaga informacji o składzie chemicznym. Zwykle przyjmowany w obliczeniach model obfitości pierwiastków opiera się na wcześniejszych obserwacjach spektralnych lub pomiarach *in situ* (wiatr słoneczny, cząstki wysokoenergetyczne - SEP). Dokładność i przydatność określonych w ten sposób wartości obfitości zależy od dokładności kalibracji instrumentów, które dostarczyły obserwacji, jakości modeli fizycznych użytych w interpretacji, a także od błędów, którymi obarczone są dane. Niepewność wyznaczonych obfitości pierwiastków silnie wpływa na wyniki obliczeń rozkładów DEM.

Badanie widm rentgenowskich komplikuje odkrycie odchyłań obfitości pierwiastków w koronie od tych wyznaczonych dla warstw fotosfery. Efekt ten jest wyraźnie powiązany z wartością pierwszego potencjału jonizacji (FIP) tych pierwiastków. W koronie słonecznej wiatr słoneczny, energetyczne cząstki słoneczne i elementy promieniowania kosmicznego o niskim pierwszym potencjale jonizacji ($FIP \lesssim 10$ eV) są wzbogacone w stosunku do ich obfitości w fotosferze, podczas gdy obfitość pierwiastków o wysokim FIP pozostaje niezmienną. W gwiazdach typu słonecznego, ale czasami również w rozbłyskach słonecznych, obserwuje się odwrotny efekt FIP (iFIP), w którym występuje zwiększenie obfitości pierwiastków o wysokim FIP.

Celem obecnego projektu jest badanie składu chemicznego i rozkładów DEM w koronie słonecznej i w koronach gwiazd podobnych do Słońca. Zaproponowaliśmy nowe podejście do analizy widm, w którym jednocześnie określa się DEM i obfitość pierwiastków. Analiza zostanie przeprowadzona z wykorzystaniem podejścia opartego na sztucznej inteligencji - metody ewolucji różnicowej. To nowatorskie podejście zostało już przetestowane i wykorzystane przez nas do analizy rozbłysków zaobserwowanych za pomocą spektrometru RESIK (na pokładzie satelity Koronas-F) oraz dwóch rozbłysków zaobserwowanych za pomocą Solar X-ray Monitor (XSM) na pokładzie indyjskiej misji Chandrayaan-2. Zamierzamy rozszerzyć analizę na inne rozbłyski obserwowane przez XSM oraz na obserwacje widm gwiazd, które dostarczają misje takie jak Chandra (NASA) i XMM-Newton (ESA). Obserwacje XSM, dzięki wysokiej rozdzielczości czasowej i energetycznej, stanowią unikalną bazę danych, która pozwala określić nie tylko miary temperatury i miary emisji, ale przede wszystkim obfitość aż ośmiu pierwiastków (magnez, glin, krzem, siarka, argon, wapń, żelazo i nikiel). Obserwacje gwiazd pozwolą na zbadanie odwrotnego efektu FIP oraz przeprowadzenie analizy warunków fizycznych prowadzących do efektów FIP oraz iFIP.