

Światło, które przybywa do nas z najodleglejszych zakątków Wszechświata, jest posłańcem mówiącym nam wiele na temat obiektów astronomicznych, które je wyemitowały. Widmo elektromagnetyczne rozciąga się od promieniowania radiowego, poprzez światło widzialne, aż po wysokoenergetyczne promienie rentgenowskie i gamma. Te ostatnie są szczególnie interesujące, jako że pozwalają nam spojrzeć w pobliże jednych z najbardziej potężnych źródeł w kosmosie – aktywnych jąder galaktyk, w centrum których znajdują się supermasywne czarne dziury. Szczególnym rodzajem są blazary, które emitują większość swojej energii poprzez wąskie, relatywistyczne strugi skierowane w kierunku obserwatorów na Ziemi. Szczególnie fascynująca jest zmienność ich jasności – zachodzą w nich gwałtowne pojaśnienia, w których emitowana energia wzrasta o czynnik rzędu tysiąca. Są jednak też zmienne w bardziej stonowany sposób, czasem bardzo uporządkowany, przypominający zachowanie okresowe. Te różne zmiany są przypisywane różnym zjawiskom, jak np. układom podwójnym supermasywnych czarnych dziur (nasza Droga Mleczna ma w swoim centrum tylko jedną czarną dziurę, i to w dodatku bardzo spokojną), rozpadom pływowym okolicznych gwiazd, ale także mniej jasnym dla nas i bardziej skomplikowanym procesom turbulencji i innym mikroskopowym zmianom w dyskach akrecyjnych, które je napędzają, a także w samych strugach. Wiele własności blazarów może być wywnioskowanych z krzywych zmian blasku przy użyciu złożonych technik statystycznych, tzw. analizie szeregów czasowych. Na przykład widmowa gęstość mocy, która określa ile energii jest emitowane w krzywej zmian blasku na częstotliwościach odpowiadających określonym skalom czasowym, może być powiązana z wieloma fizycznymi parametrami, jak masa centralnej czarnej dziury czy promień wewnętrzny otaczającego ją dysku akrecyjnego. Jest to subtelne zagadnienie, i jako takie musi być dokonywane bardzo starannie, gdyż wykonane pochopnie może prowadzić do bardzo błędnych wniosków na temat natury badanego obiektu astronomicznego.

W omawianym projekcie badawczym zamierzam zastosować całą rzeszę metod statystycznych – część z nich jest już dobrze opracowana, niektóre były rzadko używane w astronomii, części z nich jestem autorem – żeby móc scharakteryzować krzywe zmian blasku blazarów w wiarygodny sposób. Wymaga to obszernych symulacji numerycznych: mamy do czynienia z sygnałami, których natura wydaje się być stochastyczna; sprawia to, że ich przyszłe zachowanie jest niezwykle ciężkie do przewidzenia oraz że każdy blazar wydaje się być różny od innych.

Statystyczne techniki analizy danych mają szerokie zastosowania w wielu dziedzinach nauki, jak fizyka i astronomia, ale także w biologii, ekologii, genetyce, fizjologii i medycynie, meteorologii, hydrologii, geologii, ekonomii itd. Przykładowo, staranna analiza danych EEG jest konieczna przy leczeniu epilepsji; część metod, z których zamierzam korzystać w moich badaniach astronomicznych, została już zastosowana w badaniach biomedycznych.

Mam nadzieję, że wyniki moich badań wniosą nowy wgląd do wiedzy o najdalszych i najpotężniejszych źródłach promieniowania we Wszechświecie oraz znajdą zastosowanie również w innych dziedzinach.