

Streszczenie rozprawy doktorskiej
mgr Antoine'a Choukrouna
pt. „Sizes and thermal properties of asteroids”

Planetoidy zawierają w sobie unikalny zapis historii Układu Słonecznego, a mimo to na temat własności fizycznych wielu z nich wiadomo bardzo mało. Dokładne wyznaczanie ich rozmiarów jest szczególnie istotne dla wyliczania gęstości w kontekście ich budowy wewnętrznej, tymczasem publikowane wartości średnic nierzadko różnią się o ponad 30%, co powoduje, że wyznaczona gęstość obarczona jest niepewnością rzędu 90%. Niniejsza praca podejmuje się rozwiązanie tego problemu poprzez synergiczne użycie fotometrii, modelowania termofizycznego oraz zakryć gwiazdowych, opierając się na dwóch wieloletnich kampaniach obserwacyjnych.

Główny wynik tej pracy pochodzi z analizy piętnastu planetoid Głównego Pasa przy użyciu modelu termofizycznego z inwersją wypukłą (z ang. CITPM) oraz bogato pokrytych zjawisk zakryć gwiazd przez planetoidy. Odtworzono tu ich trójwymiarowe kształty, uzyskano jednoznaczne rozwiązania na parametry rotacji oraz miarodajne wartości średnic. Te ostatnie, wyznaczone niezależnie z użyciem obu wspomnianych metod wykazują doskonałą zgodność, zwykle w granicach 5%, bez żadnych systematycznych odchyłek. Tym samym potwierdzono wiarygodność metody CITPM zastosowanej na wysokiej jakości danych. Wyznaczono również bezwładność cieplną badanych obiektów, uzyskując wartości w szerokim zakresie od kilku do ponad dwustu $\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1/2} \text{K}^{-1}$, co ukazuje różnorodność własności ich powierzchni, pokrytych drobno- oraz gruboziarnistym regolitem. Większość wspomnianych wyżej zadań została wykonana przez autora niniejszej rozprawy.

Dodatkowo autor brał udział w wieloletnim projekcie badania planetoid o wolnej rotacji, przeprowadzając obróbkę danych fotometrycznych niezbędnych do uzyskania modeli kształtu i rotacji szesnastu planetoid o okresach sięgających 60 godzin. Wyskalowanie tych modeli za pomocą zakryć gwiazdowych nie tylko rozwiązało długotrwałe niezgodności w ich wyznaczanych rozmiarach, ale także problem niejednoznaczności położenia osi rotacji, znacząco wzbogacając zbiór wolno rotujących planetoid o wyznaczonych modelach.

Rozprawa zawiera także charakterystykę termofizyczną nietypowej planetoidy głównego pasa, (269) Justitia, której spektralne i polarymetryczne własności powierzchni sugerują pochodzenie tego ciała z rejonu obiektów transneptunowych. Dzięki użyciu metody CITPM, czterokrotnie zawężono możliwy zakres jej rozmiarów, ograniczając go do wartości 55-60 km. Po raz pierwszy wyznaczono też jej bezwładności cieplną i chropowatość powierzchni. Wkład autora rozprawy polegał tu na obróbce danych fotometrycznych, ale też na weryfikacji otrzymanego modelu. Otrzymane wyniki wspomogły rozmieszczenie stacji obserwacyjnych podczas szeroko zakrojonej kampanii zakryciowej w Stanach Zjednoczonych. Uzyskane tu wyniki stanowią też istotne informacje dla planowanej misji agencji kosmicznej Emiratów Arabskich *MBR Explorer*, której głównym celem jest Justitia.

Dla wsparcia tych badań autor rozprawy stworzył dwa główne narzędzia napisane w języku Python i udostępnione na licencji open source: kod STERIOD, automatyzujący fotometrię planetoid oraz narzędzie occultationFit, służące do dopasowywania modeli planetoid do obserwacji zakryciowych. Dodatkowo, za pomocą pierwszego z nich autor uzyskał ponad sto krzywych blasku badanych tu planetoid. Z połączenia tych narzędzi powstał zestaw metod gwarantujących powtarzalną i skalowalną analizę własności planetoid.

Podsumowując, niniejsza praca zawiera najdokładniejszą jak dotąd charakterystykę reprezentatywnej próbki słabo uprzednio zbadanych planetoid, potwierdza wiarygodność metody CITPM weryfikując jej wyniki za pomocą bezpośredniego skalowania modeli planetoid do obserwacji zakryciowych oraz daje wyjątkowy wgląd w różnorodność cech powierzchni planetoid. Jej dalsze zastosowania sięgają od wyznaczeń gęstości planetoid po planowanie misji kosmicznej.

Słowa kluczowe:

planetoidy - małe ciała Układu Słonecznego - fotometria - model termofizyczny - zakrycia gwiazdowe - średnice planetoid