



CENTRUM ASTRONOMICZNE IM. MIKOŁAJA KOPERNIKA PAN

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Anny Jacyszyn-Dobrzeńckiej

Badania najbliższego otoczenia Drogi Mlecznej, a w szczególności wchodzących w skład Grupy Lokalnej galaktyk karłowatych, należą obecnie do głównego nurtu tzw. pobliskiej kosmologii i stanowią ważne laboratorium do testowania teorii formowania się galaktyk we Wszechświecie. Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr Anny Jacyszyn-Dobrzeńckiej pt. „Analysis of the three dimensional structure of the Magellanic System based on classical pulsators from the OGLE project” podejmuje jedno z najciekawszych należących do tego nurtu zagadnień, a mianowicie kwestię struktury Obłoków i Mostu Magellana, układu galaktyk karłowatych oddziałujących ze sobą i z Drogą Mleczną. Przedstawione w rozprawie badania zostały wykonane z wykorzystaniem danych pochodzących z Kolekcji Gwiazd Zmiennych projektu Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE-IV) zebranych przez członków zespołu przy użyciu 1,3-metrowego teleskopu w Obserwatorium Las Campanas w Chile. W trakcie prowadzenia tych badań Doktorantka kierowała projektem finansowanym w ramach programu „Diamentowy Grant” Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Rozprawa składa się z dwóch części. Pierwszą stanowi krótki opis wyników zawartych w rozprawie, a drugą zestaw czterech publikacji, które ukazały się w latach 2016-2020 w czasopismach recenzowanych o zasięgu międzynarodowym: Acta Astronomica i The Astrophysical Journal. Wszystkie prace są wieloautorskie, a Doktorantka jest w nich pierwszym autorem. Zgodnie z oświadczeniami Autorki rozprawy i kilku współautorów wkład Doktorantki w powstanie tych prac był dominujący. Pierwsza z publikacji (praca 1) poświęcona jest głównie badaniu trójwymiarowej struktury Obłoków Magellana przy użyciu cefeid klasycznych. Praca 2 podejmuje ten sam problem, ale dla starszej populacji gwiazd typu RR Lutni. Prace 3 i 4 przedstawiają wyniki analizy struktury Mostu Magellana przy pomocy niewielkich próbek gwiazd, odpowiednio cefeid i RR Lutni. Wszystkie te publikacje spotkały się ze sporym zainteresowaniem społeczności naukowej, o czym świadczy znaczna liczba cytowań, zwłaszcza dwóch pierwszych, starszych prac.

Praca 1 wydaje mi się najciekawsza i zrobiła na mnie największe wrażenie. Doktorantka przygotowała próbkę cefeid do analizy, dopasowała zależności okres-jasność, wyznaczyła indywidualne odległości i zastosowała odpowiednie transformacje do różnych układów współrzędnych. Następnie wykonała szczegółową analizę trójwymiarowego rozkładu cefeid w obydwu Obłokach Magellana, z uwzględnieniem wieku poszczególnych gwiazd. W otrzymanych rozkładach wydzieliła podstruktury i wykonała dla nich osobne analizy. Prezentacja wyników została uzupełniona staranną dyskusją źródeł niepewności i błędów w oszacowaniach odległości. Najbardziej interesującym wynikiem tych badań wydaje się wyznaczenie nowej struktury poprzeczki w Wielkim Obłoku Magellana (WOM), a właściwie przyłączenie do niej pomijanej dotąd części, co powoduje, że w przeciwieństwie do wcześniejszych ustaleń środek poprzeczki pokrywa się z dynamicznym środkiem galaktyki, chociaż poprzeczka pozostaje asymetryczna. Własności poprzeczki, jak również ramienia spiralnego WOM, a także potwierdzenie wydłużonego kształtu Małego Obłoku Magellana (MOM) mają duże znaczenie dla modelowania ewolucji układu Obłoków i ich oddziaływania

z Drogą Mleczną i z pewnością, jak nieskromnie stwierdza sama Autorka, staną się punktem odniesienia dla dalszych tego rodzaju badań.

Wyniki pracy 2 uzyskane w oparciu o podobną analizę, ale dla gwiazd typu RR Lutni, zdają się przeczyć tym, które uzyskano w pracy 1. W tej populacji gwiazd podstruktury okazują się bardzo słabo widoczne, a Autorka wkłada bardzo duży wysiłek w usunięcie niefizycznego artefaktu w WOM. Doceniam staranność tych prób, wydaje mi się jednak, że ostrożność jest tutaj przesadna, a stwierdzenie o braku struktury nie do końca uzasadnione skoro poprzeczka jest widoczna w rozkładzie gwiazd w pewnym zakresie odległości, a także w kształcie elips dopasowanych do wewnętrznego rozkładu gęstości nawet po usunięciu gwiazd ze środka. W pracy nie znalazłam rzetelnej próby wyjaśnienia, dlaczego rozkłady cefeid i gwiazd RR Lutni miałyby się tak znacząco różnić. Zarówno w pracy 1 jak i 2 brak odniesienia do modeli ewolucji Obłoków Magellana, które obecnie są już dość zaawansowane. Rozumiem, że rozprawa ma charakter obserwacyjny i we wstępie do pracy 1 Autorka o takich modelach wspomina, jednak warto byłoby zinterpretować otrzymane wyniki w kontekście rezultatów modelowania dynamicznego oddziaływań Obłoków. W szczególności, jak można wytłumaczyć kształt poprzeczki i obecność pojedynczego ramienia spiralnego w WOM czy też wydłużony kształt MOM?

Prace 3 i 4 podejmują próbę analizy rozkładu cefeid i gwiazd RR Lutni w Moście Magellana. Ze względu na bardzo małą liczebność próbek wyniki te wydają się najmniej przekonujące i niejednoznaczne. Nie wydaje się też, aby mogły stanowić istotne ograniczenie z punktu widzenia modelowania oddziaływań Obłoków. Warto jednak docenić użycie oprócz danych OGLE również danych z przeglądu *Gaia* do analizy ruchów własnych, chociaż tutaj Doktorantka korzystała w znacznym stopniu z pomocy współautorów. Znaczna część pracy 4 ma charakter polemiki z wynikami Belokurova et al. (2017), którzy dopatryli się w danych z przeglądu *Gaia* struktury łączącej Obłoki Magellana zbudowanej z gwiazd RR Lutni. Wyniki pracy 4 uzyskane po ponownej analizie tych danych nie potwierdziły tej hipotezy. Doktorantka zdobyła więc doświadczenie w krytycznej analizie wyników uzyskanych przez innych astronomów, co jest istotnym elementem wykształcenia młodego badacza.

Jak należy oczekiwać w przypadku prac już opublikowanych, które przeszły rygorystyczny proces oceny recenzentów, rozprawa jest bardzo staranna pod względem edytorskim. Zauważyłam kilka niezręczności językowych i błędów, które jednak nie utrudniają znacząco lektury. Na przykład, na stronie 166 pracy 1 czytelnik jest odsyłany do rozdziału 5, gdzie ma być mowa o poprzeczce w WOM, natomiast rozdział ten jest poświęcony MOM. Na stronie 18 pracy 2 jest mowa o c/a jako stosunku najkrótszej do najdłuższej osi elipsoidy, podczas gdy wartości pokazane na rysunkach i przytaczane w tabelach sugerują, że chodzi o stosunek najdłuższej do najkrótszej osi. W pracy 1 najpierw prezentowane są mapy będące wynikiem transformacji współrzędnych, a dopiero w dalszej części pracy równania opisujące te transformacje, co nieco utrudnia śledzenie wywodu. Nie do końca zostały wyjaśnione źródła rozbieżności z wynikami Haschke et al. (2012) uzyskanymi w oparciu o dane z OGLE-III dotyczące nachylenia struktur WOM.

Mimo powyższych drobnych uwag krytycznych rozprawę doktorską mgr Jacyszyn-Dobrzeńckiej oceniam wysoko. Sądzę, że jej zawartość stanowi znaczący i oryginalny wkład w rozwój badań nad Obłokami Magellana, a otrzymane przez Doktorantkę wyniki przyczynią się wkrótce do stworzenia znacznie dokładniejszych modeli dynamicznych Obłoków i ich oddziaływań, a zatem lepszego zrozumienia ich ewolucji, a pośrednio ewolucji galaktyk w ogóle. Podsumowując uważam, że rozprawa dowodzi, iż Doktorantka posiada szeroką wiedzę w dziedzinie astronomii i umiejętność samodzielnego prowadzenia badań, a zatem spełnia wszelkie ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane osobom ubiegającym się o uzyskanie stopnia doktora. Wnioskuje zatem o dopuszczenie mgr Jacyszyn-Dobrzeńckiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Warszawa, 30 lipca 2021 r.

prof. dr hab. Ewa L. Łokas