UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY
W KRAKOWIE

ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków tel. +48 12 662 6000, fax 004812 637 2243

dr hab. Andrzej Baran, prof UP
Katedra Astronomii
Uniwersytet Pedagogiczny
w Krakowie

11 lutego 2020

*Recenzja rozprawy doktorskiej mgra Krystiana Iłkiewicza pt.*
*Badanie populacji akreujących białych karłów.*

Rozprawa doktorska mgra Krystiana Iłkiewicza dotyczy problematyki akreujących białych karłów, głównie w nawiązaniu do gwiazd symbiotycznych. Motywacją do tej pracy są problemy identyfikacji gwiazd symbiotycznych oraz ich obserwacyjny niedobór w porównaniu do przewidywań teoretycznych. Gwiazdy symbiotyczne są połączeniem gwiazd starych z młodymi, które łatwiej jest analizować oddzielnie. W przypadku próby analizy całego systemu należy zrozumieć całościowy SED. Gwiazdy symbiotyczne są unikalnym laboratorium astrofizycznym, które umożliwia badanie wybuchów gwiazd "nowych", procesów zderzeń wiatrów gwiazdowych, progenitorów supernowych typu Ia, tworzenia i rozpadu pyłu, tworzenia się dżetów, emisji promieniowania X, ewolucji gwiazd na dwóch gałęziach olbrzymów. Zatem, w porównaniu do np. rozdzielonych układów podwójnych, układy symbiotyczne są bogatszym źródłem wiedzy o zjawiskach astrofizycznych. Jest to więc tematyka bardzo ważna z punktu widzenia wielu gałęzi astrofizyki.

Pod względem edytorskim rozprawa jest przygotowana dość starannie. Nie sposób uniknąć wszystkich literówek, które to nasiliły się dopiero w połowie, a następnie przy końcu rozprawy. Prawdopodobnie jest to efekt zmęczenia w wyniku uważnego czytania w celu wychwycenia tych błędów. Niemniej jednak, tych edytorskich błędów jest niewiele. W mojej ocenie, drobnym mankamentem rozprawy jest opis skal na rysunkach, który nie pozwala na precyzyjne śledzenie wartości cytowanych w tekście. Wartości te trzeba przyjąć na wiarę. Dość niewygodne jest też bardzo częste odsyłanie do literatury.

Poniżej przedstawię uwagi techniczne, dotyczące sposobu prezentacji wyników, a także merytoryczne, dotyczące poruszanej problematyki w odniesieniu do poszczególnych rozdziałów/podrozdziałów, na które jest podzielona ta rozprawa doktorska. Pomimo, iż

rozprawa jest tematycznie spójna to składa się ona z kilku mniejszych projektów, które to docelowo dążą do obserwacyjnego i teoretycznego określenia populacji gwiazd kataklizmicznych, w szczególności, symbiotycznych, a także badania zjawiska akrecji.

Rozdział 1 to wstęp do rozprawy. Jest dość obszerny i wyczerpująco wprowadza do przedmiotu, powodu jak i celu badań. Unikałbym jednak wzmianek na temat otrzymanych wyników.

Podrozdział 2.1 opisuje wynik poszukiwania gwiazd symbiotycznych z wykorzystaniem nowych diagramów diagnostycznych. Sposób identyfikacji jest bardzo trafny i pozwala na lepszą dyskryminację próbki gwiazd symbiotycznych. Jest to jednak narzędzie empiryczne, a więc definiowane na podstawie bieżącej próbki gwiazd. Filtrowanie to nadal jest nieszczelne. Pomocnym byłaby próba oszacowania np. w jakim procencie diagramy te niewłaściwie definiują gwiazdy symbiotyczne. Ponadto, Rysunek 2.2 definiuje trzy podgrupy gwiazd symbiotycznych, a Tabela 2.1 oraz Rysunki 2.3-2.5 tego nie uwzględniają. Wnioskuje, iż diagramy te nie są czułe na podgrupy gwiazd symbiotycznych. Zabrakło mi też dokładnej analizy obiektów, które znajdują się w pobliżu granicy pomiędzy mgławicami planetarnymi i gwiazdami symbiotycznymi. Dla przykładu, czy w prawym górnym panelu Rysunku 2.4, trzy trójkąty powyżej kreskowanej linii mogą być jednak mgławicami? Zakładam, że nie. Zatem, czy właściwym byłoby przesunięcie tej linii do góry tak, aby objąć wszystkie gwiazdy symbiotyczne. Czy w takim przypadku kółeczka znajdujące się poniżej linii mogłyby jednak być gwiazdami symbiotycznymi?
Podrozdział 2.2 opisuje przeszukiwanie katalogów w celu ponownej identyfikacji błędnie sklasyfikowanych obiektów oraz obserwacyjne poszukiwanie nowych gwiazd symbiotycznych, selekcjonując próbkę z katalogu aktywnych galaktyk. Ponowna identyfikacja ujawniła siedem nowych gwiazd symbiotycznych. W katalogu aktywnych galaktyk udało się wykryć jedną gwiazdę symbiotyczną, dla której zebrano dodatkowe widma spektroskopowe teleskopem SALT. SMP LMC 88 okazał się być pierwszą gwiazdą podwójną w mgławicy planetarnej poza Galaktyką, w której dane OGLE najprawdopodobniej pozwoliły na wykrycie zmienności orbitalnej. Jak zmieni się konkluzja jeżeli w Tabeli 2.3 oraz dalszych obliczeniach uwzględni się odległość do LMC, która została opublikowana przez Pietrzynskiego i in., 2019, Nature, 567, 200? Jaki jest powód mnożenia przez 100 stosunków strumieni w Tabeli 2.4? Czas MJD nie został zdefiniowany (również kolejne rozdziały).
Podrozdział 2.3 opisuje poszukiwanie nowych gwiazd symbiotycznych poza Drogą Mleczną, z użyciem filtra wąskopasmowego obejmującego linię emisyjną HeII 4686Å. Bardzo trafny pomysł. Obserwacje własne oraz OGLE pozwoliły na wykrycie trzech nowych gwiazd symbiotycznych. Niepewność wyznaczenia okresu, zwyczajowo zdefiniowana jako 1-$\sigma$, zależy od amplitudy maksimów i w przypadku S/N$\approx$5 jest z reguły 1-2 rzędy wielkości

mniejsza niż szerokość połówkowa profilu maksimów w periodogramach. Ta szerokość jest bliższa definicji rozdzielczości częstotliwości. W mojej ocenie, błędy wyznaczenia okresów są mocno zawyżone. Referencja do koloru V-I gwiazdy 2MASS J01104404-7208464 powinna odnosić się do rysunku 2.25, a nie 2.24.

Rozdział 3 jest poświęcony aktywności spowodowanej akrecją. Zbadane zostały dwa obiekty. Dla obu gwiazd istnieje bogate źródło danych w literaturze, które zostały wzbogacone obserwacjami własnymi.
T CrB, dla której rozważane są fazy aktywne związane z gorącym składnikiem układów symbiotycznych oraz flickering. Biorąc pod uwagę niepewności pomiarowe, konkluzje na podstawie danych Swift są bardzo niejednoznaczne.
Tabela 3.1 zawiera dwa widma z 2010 roku, które nie znajdują się w bazie ARAS. Ponadto, baza ta zawiera widma zebrane w sposób dość ciągły aż do roku 2019. Czy jest jakiś powód nie uwzględnienia widm uzyskanych po lutym 2016r? Wskazane byłoby uwzględnienie precyzji wyznaczenia szerokości równoważnych linii i strumieni na Rysunku 3.5.
Następnie omawiana była gwiazda LMC S154, w której zaobserwowano wybuch typu nowa klasyczna. Nie znalazłem prędkości radialnych w Tabeli 3.7. Maksymalna jasność $m_{pg}$~14mag LMC S154 raczej nie jest dolną granicą błędu. Jasność białego karła można by wyznaczyć z nowszą wartością odległości do LMC.
Rozdział ten pokazuje jak ważny jest monitoring gwiazd zmiennych i zachęcałbym do jego kontynuacji w przypadku gwiazdy LMC S154, dla której krzywa blasku na Rysunku 3.13 może nie być najlepszej jakości, a brak niepewności pomiarów tym bardziej nie pomaga w konkluzjach na temat liczby maksimów i długości ich trwania.

Rozdział 4 opisuje modelowanie metodą syntezy populacji przyszłej ewolucji gwiazd V407 Cyg i SMC 3, w kontekście wybuchu supernowej typu Ia. Na potrzeby tych badań w kodzie StarTrack została zaimplementowana metoda wypełnienia powierzchni Roche'a poprzez wiatr czerwonego olbrzyma. Czy moduły MESA, które stają się dość popularnym i uniwersalnym narzędziem, były rozważane do modelowania? Czy wynik modelowania jest silnie zależny od ekscentryczności? Podobną analizę przeprowadzono dla gwiazdy SMC 3, która jest/była rozważana jako prominentny progenitor supernowej typu Ia. Modelowanie tych dwóch układów prowadzi do dość zaskakującego wniosku iż lepszymi progenitorami supernowych typu Ia są szersze układy symbiotyczne, niemniej jednak obecnie wszystkie oczy i tak są zwrócone na Betelgezę.
Następnie rozważana była populacja nowych klasycznych wśród układów kataklizmicznych. Ograniczono się tylko do układów podwójnych z białymi karłami i gwiazdami ciągu głównego. Brak jest kontynuacji modelowania z gwiazdami z AGB. Nie jest jasne dlaczego diagramy przedstawione na Rysunkach 4.7-4.13 nie pokrywają całego zakresu parametrów przedstawionych na obu osiach. Bardzo trafnie udało się odtworzyć rozkład nowych

klasycznych przedstawionych na Rysunku 4.9. Nie bardzo rozumiem jednak konkluzję, z której wynika iż w oszacowanej populacji spodziewana jest większa liczba wybuchów o krótkich czasach $t_3$. Histogram wskazuje na przedział 2-3, który jest górnym zakresem przedziału populacji obserwowanej. Bardzo interesująco wygląda modelowanie nowych klasycznych w nowych karłowatych, a które neguje metodę hibernacji. Konkluzja ta może być poprawna jednak należy zauważyć, iż próbka nie jest zbyt duża i odkrycie kolejnej nowej karłowatej z wybuchem typu nowa klasyczna, utworzy populację 41 nowych klasycznych, z czego dwa wybuchy w nowych karłowatych. A to już 5% wybuchów w nowych karłowatych. Kolejne odkrycie daje ponad 7%. Te wartości zaczynają odbiegać od oszacowanych 3%.

Rozdział 5 zawiera zwięzłe podsumowanie uzyskanych wyników.

Z przedstawionej mi rozprawy doktorskiej wnioskuję, iż mgr Krystian Iłkiewicz jest bardzo dobrze zaznajomiony z tematyką akrecji masy w układach podwójnych, a w szczególności z układami symbiotycznymi. Prowadził obserwacje astronomiczne, choć brak jest informacji czy samodzielnie, potrafi analizować dane fotometryczne i spektroskopowe, a także modyfikować kody do wyliczeń teoretycznych. Jest on autorem lub współautorem wielu publikacji oraz materiałów pokonferencyjnych; uczestniczył w konferencjach i podczas nich prezentował wyniki swojej pracy. W czasie czytania rozprawy pojawiły się wymienione powyżej wątpliwości i uwagi, jednak całościowo, w mojej ocenie, rozprawa doktorska mgra Krystiana Iłkiewicza stanowi dojrzałą pracę naukową oraz oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Doktorant wykazuje ogólną wiedzę w dyscyplinie astronomia, a także umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Uważam zatem, że wypełnione zostały przesłanki art.13 ust.1 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych o tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnoszę o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgra Krystiana Iłkiewicza do jej publicznej obrony.