

Recenzja pracy doktorskiej mgr. Krystiana Iłkiewicza pod tytułem “Badanie populacji akreujących białych karłów”

Praca doktorska mgr. Krystiana Iłkiewicza składa się z pięciu rozdziałów: wstępu, trzech rozdziałów poświęconych różnym zagadnieniom, które stanowiły tematy jego publikacji naukowych i podsumowania. Choć objętość pracy nie jest duża, to w jej ramach przedstawione są trzy niezależne zagadnienia, które łączy wspólny temat będący tytułem rozprawy.

We wstępie Autor prezentuje wprowadzenie do zagadnień przedstawionych w swojej pracy. Znajduje się w nim historia odkrycia białych karłów i krótki opis szeregu zjawisk, które są związane z ich obecnością, takich jak wybuchy supernowych typu Ia, wybuchy nowych klasycznych i nowych karłowatych. Spośród układów gwiazdowych, w których występują białe karły, Autor szczególnie koncentruje się na gwiazdach symbiotycznych, które można uznać za jego główny przedmiot badań. We wstępie przedstawiona jest historia ich odkrycia, kryteria uznania obiektów za gwiazdy symbiotyczne i są omówione zjawiska które mogą występować w takich układach. Wstęp kończy się przedstawieniem planu pracy i odniesieniem do opublikowanych prac naukowych (których Krystian Iłkiewicz jest pierwszym autorem), na których są oparte jej poszczególne rozdziały i podrozdziały.

Treść rozdziału 2 “Poszukiwanie nowych gwiazd symbiotycznych” oparta jest o prace K. Iłkiewicz i J. Mikołajewska 2017 (A&A 606, A110) “Distinguishing between symbiotic stars and planetary nebulae”, K. Iłkiewicz i inni 2018 (MNRAS 476, 2605), “A D’-type symbiotic binary in the planetary nebula SMP LMC 88” i Iłkiewicz i inni 2018 (arXiv:1811.06696) “A deep survey for symbiotic stars in the Magellanic Clouds - 1. Methodology and first discoveries in the SMC”.

Główne tezy rozdziału 3 “Aktywność spowodowana akrecją” były przedstawione w pracach Iłkiewicz i inni 2016 (MNRAS 462, 2695) “Active phases and flickering of a symbiotic recurrent nova T CrB” i Iłkiewicz i inni 2019 (A&A 624, A133) “LMC S154: the first Magellanic symbiotic recurrent nova”

Na rozdział czwarty “Synteza populacji obiektów z akreującymi białymi karłami” składają się prace Iłkiewicz i inni 2019 (MNRAS 485, 5468) “Wind Roche lobe overflow as a way to make Type Ia supernovae from the widest symbiotic systems” i Iłkiewicz, Mikołajewska, Belczyński “SMC3 as a test to the binary evolution” zamieszczona w materiałach konferencyjnych, oraz podrozdział “Populacja nowych klasycznych wśród układów kataklizmicznych”, którego treść nie była jeszcze opublikowana w czasopiśmie naukowych.

Warto zaznaczyć, że moim zdaniem, każdy z trzech powyższych rozdziałów po odpowiednim rozwinięciu mógłby być przedmiotem osobnej pracy doktorskiej.

Wyniki otrzymane w swojej rozprawie Autor zbiera kończącym pracę rozdziałem piątym “Podsumowanie”.

Poniżej wymienię główne wyniki naukowe otrzymane przez Krystiana Iłkiewicza.

W rozdziale drugim “Poszukiwanie nowych gwiazd symbiotycznych” przedstawione są różne metody mające na celu odkrywanie gwiazd symbiotycznych poza naszą Galaktyką. Należy do nich opracowany przez Autora, w oparciu o dane obserwacyjne zebrane z literatury, zestaw diagramów diagnostycznych opartych na stosunkach intensywności linii emisyjnych, które pozwalają na odróżnienie gwiazd symbiotycznych od mgławic planetarnych i klasyfikację różnych typów gwiazd symbiotycznych. Diagramy te oparte są o linie widmowe, których obecność jest typowa dla gwiazd symbiotycznych i których intensywność silnie zależy od gęstości gazu, co umożliwia dość dobre rozdzielenie gwiazd symbiotycznych od mgławic planetarnych.

Autor postanowił poszukać kandydatów na gwiazdy symbiotyczne w opublikowanych katalogach mgławic planetarnych i obszarów zjonizowanego wodoru w Obłokach Magellana oraz w galaktykach M33, NGC 300 i M81. W rezultacie wskazał sześć kandydatów na gwiazdy symbiotyczne w LMC i jednego w M81.

W podrozdziale 2.2.2 Autor koncentruje się na obiekcie w LMC sklasyfikowanym jako mgławica planetarna SMP LMC 88. Korzystając z archiwalnych widm tego obiektu i obserwacji na teleskopie SALT, wykonanych w ramach programu którym kierował udowodnia, że z tą mgławicą planetarną związany jest to układ symbiotyczny typu D'.

W podrozdziale 2.3 "Przegląd fotometryczny dedykowany poszukiwaniu nowych gwiazd symbiotycznych" przedstawiony jest program poszukiwań takich gwiazd w oparciu o filtry wąskopasmowe obejmujące linie widmowe H_{α} , HeII 468.6 nm i szerokopasmowy filtr R. W jego wyniku wyselekcjonowano 10 kandydatów na gwiazdy symbiotyczne w SMC i spektroskopowo potwierdzono, że trzech spośród nich rzeczywiście należy do tej klasy obiektów. Przeprowadzono również analizę ich zmienności fotometrycznej z pomocą archiwalnych danych przeglądu OGLE

W rozdziale 3 "Aktywność spowodowana akrecją" Autor przedstawia bogaty materiał obserwacyjny dotyczący układów T CrB i LMC S154. W przypadku T CrB analiza aktywności układu przeprowadzona została w oparciu o widma zebrane w bazie Astronomical Ring for Access to Spectroscopy, obserwacje fotometryczne z baz danych AAVSO i ASAS, oraz obserwacje rentgenowskie RXTE z bazy danych High-Energy Astrophysics Virtually ENlightened Sky database. Gwiazda ta przejawia zmienność spektroskopową, fotometryczną i rentgenowską w różnych skalach czasowych. W podrozdziale 3.1.1 omówione zostało występowanie tzw. dużych i małych faz aktywnych, z których pierwsze zachodzą w okresie ok. 5000 dni, a drugie co ok. 1000 dni. Przedyskutowane są różne przyczyny ich występowania, wśród których została wymieniona niestabilność dysku podobna do występującej w nowych karłowatych, czy zmiany tempa akrecji związane z aktywnością magnetyczną czerwonego olbrzyma. Podrozdział 3.1.2 poświęcony jest flickeringowi występującemu w układzie T CrB. Autor dyskusję własności tego rodzaju zmienności przeprowadza w oparciu o dane rentgenowskie z satelity RXTE i przedstawione w literaturze dane fotometryczne w filtrze U. W szczególności stwierdził, że w zakresie rentgenowskim występuje korelacja pomiędzy amplitudą flickeringu a średnią jasnością rentgenowską.

Podrozdział 3.2 poświęcony jest gwiazdzie symbiotycznej LMC S154. Autor korzysta z danych archiwalnych, które w przypadku fotometrii obejmują ponad 120 lat i z obserwacji w których sam brał udział (widmo otrzymane teleskopem SALT). Autor doszedł do wniosku, że LMC S154 jest pierwszą znaną gwiazdą symbiotyczną w LMC, która może być zakwalifikowana jako nowa powrotna.

Rozdział czwarty pracy doktorskiej "Synteza populacji obiektów z akreującymi białymi karłami" składa się z podrozdziału w którym omówiona jest analiza przyszłych losów gwiazd V407 Cyg i SMC 3 i podrozdziału w którym omówione są wyniki dotyczące występowania nowych klasycznych wśród układów kataklizmicznych. Autor korzystał z programów syntezy populacji badających ewolucję układów podwójnych. Modele gwiazd V407 Cyg i SMC 3 były badane za pomocą kodu Star Track autorstwa prof. Krzysztofa Belczyńskiego, a analiza nowych klasycznych była oparta o kod Binary Stellar Evolution (BSE - opisany w pracy Hurley i inni 2002). Zarówno w przypadku jednego jak i drugiego kodu Krystian Iłkiewicz brał udział w implementacji zmodyfikowanych modeli utraty masy i tempa akrecji, które mają bardzo istotny wpływ na ewolucję układu podwójnego. W pierwszym wypadku jest to model Wind Roche lobe overflow w wyniku którego większa część masy traczonej przez czerwonego olbrzyma dociera do powierzchni białego karła niż w akrecji Bondiego-Hoyle'a, a w drugim uwzględniony jest przybliżony model atmosfery gwiazdy tracącej masę aby otrzymać lepsze oszacowanie tempa utraty masy i tempa akrecji (model

ten pochodzi z pracy Ritter 1988). Synteza populacji obejmująca różne początkowe masy białego karła i czerwonego olbrzyma pokazała, że układ V407 Cyg jest dobrym kandydatem do wybuchu supernowej typu Ia, natomiast układ SMC 3 najprawdopodobniej zakończy swą ewolucję po przejściu przez fazę wspólnej otoczki, jako para białych karłów o dość dużej separacji.

W podrozdziale 4.2 Autor bada występowanie nowych klasycznych w układach kataklizmicznych, złożonych z białego karła i gwiazdy ciągu głównego. Korzystając z syntezy populacji i modelu wybuchu nowych klasycznych z pracy Yaron i inni (2005) pokazał, że dość dobrze potrafi odtworzyć częstość występowania nowych o określonych amplitudach i charakterystycznym czasie trwania. Dodatkowo Autor podjął problem występowania wybuchów nowych klasycznych w układach w których występują nowe karłowate i doszedł do wniosku, że z takich układów powinno pochodzić około 3% obserwowanych nowych klasycznych. Ponieważ wynik ten nie jest sprzeczny z obserwacjami uznał, że niepotrzebna jest tzw. hipoteza hibernacji dotycząca zmian tempa akrecji w układzie kataklizmicznym, w którym dochodzi do wybuchu nowej klasycznej. Autor dodatkowo zwrócił uwagę na brak jednoznacznej zależności pomiędzy amplitudą wybuchu a jego czasem trwania, co bardzo utrudnia kalibrację odległości w oparciu o obserwacje nowych klasycznych.

Praca doktorska Pana Krystiana Iłkiewicza stanowi odzwierciedlenie jego bogatej działalności naukowej. Większość moich uwag odnosi się raczej do formy pracy niż do jej merytorycznej zawartości.

- We wstępie zwróciłem uwagę na zdanie, “Dzięki równoczesnemu rozwojowi mechaniki kwantowej odkryto, że białe karły składają się ze zdegenerowanego gazu elektronowego (Fowler 1926).” Może lepiej byłoby napisać, że w białych karłach zdegenerowany gaz elektronowy ma główny wkład do ciśnienia gazu utrzymującego równowagę hydrostatyczną.

- W Tabeli 2.1 w ostatniej linii mamy “ $\log(\text{HeI } 7065/\text{HeI } 5876) < -0.25$ oraz **jednocześnie** $\log(\text{HeI } 7065/\text{HeI } 5876) < -0.48$ ”.

Z Rysunku 2.5 wynika, że po prawej stronie jest $\log(\text{HeI } 6678/\text{HeI } 5876) < -0.48$

- Podrozdział 2.2.1. Położenie kandydatów na gwiazdy symbiotyczne w LMC na rysunku 2.7 przedstawiającym diagram $J/(J-H)$ może budzić wątpliwości, zwłaszcza w przypadku obiektów sklasyfikowanych jako układy typu D. Ich jasność w podczerwieni powinna być znacznie wyższa.

Narzuca się też pytanie jakie są perspektywy potwierdzenia, że kandydat na gwiazdę symbiotyczną w M81 rzeczywiście nią jest.

- Tabela 2.3. Uważam, że trochę mylący jest tytuł tabeli. Mamy do czynienia z kandydatami na gwiazdy symbiotyczne, a M_{bol} w ostatniej kolumnie odnosi się praktycznie tylko do składnika chłodnego, a nie do całego układu.
- Rysunek 2.9. Nie jest opisane jakim kolorem zaznaczone są widma AAT i SALT (co prawda wynika to z rysunku 2.8).
- Rysunek 2.12. Zielony punkt przedstawiający parametry SMP LMC 88 jest bardzo trudny do odnalezienia
- Podrozdział 2.3, w tym Tabela 2.6. Przedstawionych jest 10 kandydatów na gwiazdy symbiotyczne wśród których są trzy potwierdzone gwiazdy symbiotyczne. Czy Autor sklasyfikował również pozostałe gwiazdy?

- Rozdział 3., podrozdział 3.1 T CrB: “Średnia jasność układu poza wybuchami typu nowa klasyczna wynosi $\sim 40 L_{\odot}$ ”.

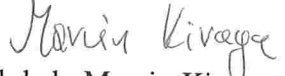
Raczej powinno być: “Średnia jasność białego karła poza wybuchami typu nowa klasyczna wynosi $\sim 40 L_{\odot}$ ”

- Rozdział 4, podrozdział 4.1.2 Autor zaznaczył istotną różnicę pomiędzy obserwowanym tempem akrecji w układzie SMC 3, a otrzymanym w symulacji ($10^{-7} M_{\odot}/rok$ do $10^{-8} M_{\odot}/rok$) Mimo to, w dyskusji ogranicza się tylko do stwierdzenia, że nowy model przepływu masy nie ma wpływu na otrzymane wyniki, choć tylko w niewielkim stopniu zmieniał otrzymane tempo akrecji. Mam tu pytanie co było główną przyczyną wejścia tego układu w stan wspólnej otoczki? Na ile pewne są przewidywania, że otrzymamy ostatecznie dwa dość odległe od siebie białe karły skoro zachowanie układu w fazie wspólnej otoczki jest opisywane równie mało precyzyjnie jak przewidywane w modelach tempo akrecji?
- Rozdział 4, podrozdział 4.2. Opis przyjętej metody przeprowadzenia syntezy populacji jest bardzo skromny. Autor odsyła czytelnika do pracy Belloni i inni 2018 (której jest współautorem), ale nie jest jasne czy analizuje ten sam zestaw modeli, które zostały omówione w publikacji, czy też do swoich potrzeb wykonał nową syntezę populacji. W pracy Belloni i inni, w modelu, w którym gęstość przestrzenna zmiennych kataklizmicznych zgadza się z obserwowaną, otrzymano 237 takich układów. Wyniki przedstawione w doktoracie (np. Rys 4.7) wyglądają na otrzymane z większej próbki. Czy można prosić Autora o wyjaśnienie tej kwestii?
- Podrozdział 4.2. Odrzucenie hipotezy hibernacji.
Hipotezę hibernacji rozumiem jako przyjęcie zmiennego tempa akrecji w czasie cyklu nowej klasycznej (wzrost tempa akrecji po wybuchu i następnie stopniowy spadek do poziomu niezaburzonego). Na podstawie obserwacji V1213 Cen (Mróz i inni 2016) można powiedzieć, że taka zmiana tempa akrecji przy wybuchu N Cen 2009 rzeczywiście w tym układzie ma miejsce.
- Rysunek 4.12. Nie mogę dostrzec czarnych punktów, które miały reprezentować przewidywane parametry wybuchów dla obserwowanych wybuchów nowopodobnych.
- W swojej pracy doktorskiej Autor przedstawia wyniki swoich publikacji naukowych związanych z jej tematem. Ze względu na dużą ilość zagadnień w nich poruszanych, prezentacja ich w doktoracie jest czasami dość skrócona. Do wyjaśnienia niektórych wątpliwości związanych z treścią pracy, musiałem korzystać z materiałów źródłowych, które stanowią publikacje Pana Krystiana Iłkiewicza. W przypadku podrozdziału 4.2, którego wyniki nie były jeszcze opublikowane, nie było możliwości skorzystania z takiej pomocy.
- Moja główna uwaga dotycząca języka pracy.
Autor często korzysta z dość rozbudowanych zdań złożonych, ale nie zawsze umieszcza w nich przecinki (co jest i moją przypadłością), co utrudnia płynne czytanie i zmusza do analizy gramatycznej tych fragmentów tekstu.
- Zdarzają się błędy edytorskie (np. powtórzenia wyrazów “first” w “Abstract” czy “symbiotyczne” w podpisie do Rys. 2.3).

Mimo tych krytycznych uwag trzeba stwierdzić, że wyniki przedstawione w pracy doktorskiej Pana Krystiana Iłkiewicza mają dużą wartość naukową. Zostały w większości już opublikowane

i spotkały się z zainteresowaniem społeczności astronomicznej. Uważam, że przedstawiona rozprawa w pełni wypełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie Pana mgr Krystiana Hkiewicza do dalszych etapów postępowania, w tym publicznej obrony pracy doktorskiej.

Z poważaniem


dr hab. Marcin Kiraga

