

Ocena rozprawy doktorskiej mgr Karoliny Bąkowskiej
pt.

**Extensive study of photometric observations of HT Cassiopeiae –
the Rosetta stone of dwarf novae**

Istotność naukowa podjętej tematyki

W swojej rozprawie doktorskiej mgr Karolina Bąkowska relacjonuje własne badania kilku gwiazd nowych karłowatych typu SU UMa. Część zawartych w rozprawie wyników została już opublikowana.

Układy typu SU UMa należą do najtrudniej poddających się standardowemu rozumieniu aktywności nowych karłowatych. Oprócz zwykłych wybuchów, tradycyjnie kojarzonych z niestabilnością termiczną w dyskach, pokazują w odstępach zwanych supercyklami, trwające kilka dni tzw. superwybuchy. Krzywe blasku podczas superwybuchów zdominowane są przez tzw. supergarby o okresach większych niż okres orbitalny. Co więcej, podczas normalnych wybuchów, a nawet podczas fazy spokoju (*quiescence*) obserwuje się garby pojawiające się z okresem mniejszym od orbitalnego.

Układy typu SU UMa mają najkrótsze okresy orbitalne spośród nowych karłowatych ($P_{orb} < 2.5h$), więc leżą albo w tak zwanej przerwie okresów (*period gap*) i w ogóle dziwne, że tam „działają” jako układy kataklizmiczne, albo poniżej przerwy ($P_{orb} \leq 2h$), czyli niemal spośród tzw. *period bouncers*, obiektów, które osiągnęły praktycznie kres ewolucji i „odbiły się” od granicy minimalnego okresu orbitalnego.

Mnogość zjawisk i status ewolucyjny tych obiektów stwarzają określone problemy teoretyczne i obserwacyjne. Występowanie supergarbów z nadwyżką okresu (*positive superhumps*), na ogół daje się wytłumaczyć eliptycznym w przybliżeniu zniekształceniem dysku i rotacją jego linii absyd. Natomiast dryfujące w przeciwnym kierunku maksima z deficytem okresu (*negative superhumps*) w zasadzie nie mają jeszcze powszechnie akceptowalnej interpretacji. Głównym jednak dylematem teoretycznym jest pytanie czy wszystkie te zjawiska można opisać w ramach tzw. modelu niestabilności termiczno-pływowych (*thermal-tidal instability – TTI model*), czy trzeba mu pomóc poprzez zwiększenie transferu masy na skutek ogrzania *donora* przez dysk (*enhanced mass transfer – EMT model*). Konserwatywne, przywiązanie do modelu TTI, na użytek tej recenzji możemy sobie nazwać „szkołą japońską”, a używanie modelu tak naprawdę hybrydowego EMT/TTI – głównie w rezultacie badań profesora Smaka – „szkołą warszawską”.

Karolina Bąkowska, młoda doktorantka z CAMKu, podjęła się karkołomnego zadania zdobycia kolejnych argumentów na rzecz swojej szkoły. Musiała w tym celu zdobyć tysiące obserwacji fotometrycznych co najmniej kilku, bardzo słabych, krótkookresowych, najlepiej zaćmieniowych obiektów i to jeszcze mieć szczęście żeby dobrze pokryć obserwacjami superwybuchy, zwykłe wybuchy i fazę spokoju. W tym celu wykazała się nie tylko umiejętnościami obserwacyjnymi, ale i talentem organizatorskim zaprzęgając do współpracy wielu obserwatorów z całego świata i chyba ponad 20 teleskopów o średnicach od 10 cm w obserwatorium del CIECEM w Hiszpanii, do 10 m SALT w Południowej Afryce!

Omówienie rozprawy

Rozprawa zawiera 4 rozdziały. Zastosowany 4-stopniowy podział tekstu, aż do pod-podrozdziałów, często nie wystarczył autorce, stosującej jeszcze głębsze, nienumerowane podrozdziałiki, czasem bardzo istotne, a niewymienione w spisie treści.

Rozdział 1., napisany w formie artykułu przeglądowego, elegancko wprowadza czytelnika w problematykę nowych karłowatych i pomaga w analizie dalszych części pracy. Znajdujemy tu zarówno podstawową klasyfikację jak i główne problemy badawcze dotyczące tych gwiazd. Zupełnie niepotrzebnie rozdział formalnie dotyczy również innych typów układów kataklizmicznych (nowe, nowe powrotne, model Roche'a), bo te części rażą poziomem ogólnikowości w konfrontacji z głównym tematem. Na koniec rozdziału – moim zdaniem za wcześnie – autorka, krótko przedstawia gwiazdę tytułową, HT Cas.

W **Rozdziale 2.** przedstawiono wyniki obserwacji fotometrycznych (bez filtra) trzech gwiazd typu SU UMA: zaćmieniowych HT Cas, CzeV404 (Herculis) oraz MN Dra – bez zaćmień. Wszystkie trzy obserwowano zarówno pomiędzy wybuchami (*quiescence*), podczas zwykłych wybuchów i co najmniej jednego superwybuchu. To niezwykle wartościowa część pracy, w której autorka koncentruje się przede wszystkim na chronometrażu obserwowanych zjawisk, w mniejszym na energetyce, co najwyżej odnotowując obserwowane amplitudy zmian. Posługując się zarówno metodą Fourierowską/periodogramową (widma mocy programu ANOVA), jak i chronometrażem supergarów i zaćmień (diagramy O-C), wyznacza efemerydy okresów orbitalnych oraz okresy supergarów z nadwyżką (*positive*) jak i z deficytem (*negative*) okresu. Można się domyślić, że zebrane w Rozdziale badania nie były prowadzone sukcesywnie, bo widać niejednolite, a czasem niekonsekwentne podejście do przygotowania danych do analizy (wszystkich razem lub z poszczególnych nocy). Szczególną wartość ma tu oszacowanie okresu orbitalnego dla niezaćmieniowej MN Dra, choć ja mimo usilnej wymiany zdań z panią Karoliną nie umiem otrzymać identycznego wyniku z tych samych danych. Wartości okresów orbitalnych, vs wartości nadwyżek okresów supergarów podczas superwybuchów i deficytów okresów podczas i między zwykłymi wybuchami, wydaje się mieć kluczowe znaczenia dla zrozumienia natury tych układów. Pozwalają określić np. tempo „precesji” linii absyd dysku i przy odpowiednich założeniach, stosunek mas gwiazd w układzie. Szkoda, że autorka nie napisała wspólnego, uogólnionego podsumowania dla wszystkich badań w tym rozdziale. Posumowania dla poszczególnych gwiazd są w zasadzie tylko powtórzeniem wcześniej wyliczonych parametrów, jakby zostały przeniesione z prac poświęconych tylko tym obiektom.

Najważniejsze wyniki rozprawy znajdujemy w **Rozdziale 3.** Na podstawie obserwacji zaćmień HT Cas i zebranych w kolejnych kampaniach danych dla zaćmieniowych nowych karłowatych V1038 Oph i IY UMa dokonuje rekonstrukcji widzialności gorącej plamy na dysku. Pozwala to ocenić w każdej zanalizowanych krzywych blasku maksymalny procentowy udział (amplitudę) gorącej plamy w znormalizowanym strumieniu obiektu. Metoda, którą zaproponował już dwie dekady temu profesor Smak, zakłada częściowe zaćmienie dysku, lecz całkowite zaćmienie gorącej plamy i takie obiekty zostały wybrane do analizy. Wyniki uzyskane przez panią Karolinę są zaskakujące, ale jednocześnie zachwycające. Dla obserwowanej SALT-em V 1032 Oph w fazie spokoju (*quiescence*) udział plamy był na poziomie 17-20%. Dla kolejnej nowej karłowatej, IY UMa obserwuje się ok. 42-47% udział gorącej plamy w fazie spokoju, podczas gdy tylko około połowę tej wartości podczas zwykłego wybuchu. Należy to w sposób oczywisty wiązać ze wzrostem jasności dysku w fazie wybuchu. Wreszcie analiza superwybuchu tytułowej HT Cas pokazała niski (4-5%) udział plamy na początku superwybuchu, który trzeciego dnia, w maksimum blasku (sic!) rośnie do 11-15%, by w kolejnych dniach stopniowo spadać do ok. 4%. Najciekawsze jednak, że podczas ostatniego dnia superwybuchu, plama ... zniknęła! Potwierdza

to dokładnie scenariusz przewidziany przez „szkołę warszawską, czyli wywołany rozgrzaniem towarzysza przez dysk, wzmocniony transfer materii (EMT model), którego zakończenie, kończy również superwybuch. Ten druzgocący wynik w zupełności uzasadnia tytuł pracy.

Autorka wraca do tego w nieproporcjonalnie krótkim **Rozdziale 4**, dzieląc się refleksją co do kierunków i perspektyw dalszych badań nowych karłowatych i HT Cas w szczególności.

Redakcja pracy

W pierwszym przeglądzie i wg spisu treści praca robi wrażenie trochę chaotycznej. Być może wynika to z wklejania w rozprawę fragmentów wcześniej przygotowanych publikacji. Wydaje mi się, że gdyby narrację poprowadzić wg gwiazd, a nie według metod, gdzie konfitury, czyli HT Cas byłyby rzeczywiście na deser, wrażenie byłoby jeszcze większe. Warto podkreślić, że autorka uzyskała ten wynik w ramach dużej konkurencji. ADS Abstract Service wymienia 383 prace na temat HT Cas, w tym 50 publikacji z jej nazwą w tytule!

Kilka uwag krytycznych

Większość uwag, które dotyczyły zwłaszcza analizy periodycznej i chronometrażu w Rozdziale 2., wynikało z wątpliwości rodzących się na podstawie nie zawsze wystarczająco precyzyjnego opisu, albo z mojej niewiedzy. Wszystkie sobie wyjaśniliśmy i pozostaję w przeświadczeniu, że pod względem warsztatowym nie można pracy nic zarzucić.

Tylko jednej sprawie czuję pewien niedosyt, a w innej węższą pomyłkę. Obydwie dotyczą zbyt szybkich jak się wydaje zmian okresów: (i) supercykli w MN Dra (Fig. 2.20) i (ii) supergarbów w CzeV404 (Fig. 2.14).

Niedosyt dotyczący MN Dra wynika z tego, że autorka moim zdaniem zbyt ochoczo zaadoptowała okresy supercykli proponowane przez konkurencyjne grupy badaczy, sygnowane jako Nogami et al. (2003) i Samsonov et al. (2010) w rozprawie. W pierwszej z tych prac autorzy obserwowali tylko fragmenty superwybuchów. W drugiej brak pokrycia początku pierwszego i końca drugiego z obserwowanych superwybuchów. Tymczasem autorka rozprawy dysponuje znakomitym szablonem całego superwybuchu (Fig. 2.21). Można było się pokusić o samodzielne wyznaczenie danych do chronometrażu, nawet przy użyciu kalki albo folii.

Jeżeli chodzi o CzeV404, niepokój budzi skala zmian O-C maksimów supergarbów osiągająca zakres ponad pół wartości cyklu. To zawsze budzi podejrzenia, że źle ponumerowano zdarzenia. Sprawdziliśmy to i okazało się, że to nie wystarcza. Prawdopodobnie, po prostu na zasumionych danych supergarby zostały źle zidentyfikowane (na dobrą sprawę trzeba je zgadnąć). Dotyczy to zwłaszcza pierwszej krzywej (HJD856 na Fig. 2.13) i ostatniej (HJD867) nie bez powodu ukrytej przed czytelnikami. Nb. chronometraż okresu orbitalnego CzeV404 (Fig. 2.16) pokazuje ewidentnie trzy grupy danych rozrzuconych (Fig. 2.15) wzdłuż trzech równoległych prostych. Przypuszczam, że pomiędzy poszczególnymi grupami trzeba dodać po jednym cyklu (trendy w każdej z grup pokazują, że okres jest krótszy od efemerydy Eq. 2.9).

Ocena rozprawy i dorobku doktorantki

Rozprawę przeczytałem z ogromną przyjemnością i odrobiną zazdrości o zapał i pasję młodego badacza. Praca napisana jest komunikatywnym, naukowym językiem po angielsku, co zapewne ułatwiało i pisanie i czytanie (choćby poprzez brak problemów w nomenklaturze). Gdyby była napisana po polsku, pewnie trochę więcej dowiedzielibyśmy się o gwiazdach, ale na pewno więcej o autorce. Mam nadzieję, że uda się ją namówić do napisania artykułu o HT Cas do Uranii.

Uzyskane wyniki, zarówno ogrom obserwacji, jak i parametrów na ich podstawie określonych, oceniam bardzo wysoko, nawet gdyby autorce nie towarzyszyło szczęście trafienia na gwiazdny kamień z Rosetty dla gwiazd typu SU UMa w postaci znakomitych obserwacji superwybuchu w HT Cas. Według ADS Abstract Service (dnia 08.11.2016) pani Karolina jest współautorką 21 publikacji, cytowanych 24 razy. Większość z nich dotyczy nowych karłowatych, ale ostatnio również gwiazd typu RR Lyr. Uzyskała dwa granty NCN (Preludium i Etiuda) oraz juniorską nagrodę Fundacji Fulbrighta. Jest sympatyczną, otwartą na współpracę i pełną badawczej pasji osobą. Stwierdzam, że dorobek naukowy i rozprawa doktorska mgr Karoliny Bąkowskiej w pełni spełniają ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane w przewodzie doktorskim i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Maciej Mikołajewski

Toruń, 09 listopada 2016