

dr hab. Krzysztof Gęsiński prof.UMK
Centrum Astronomii UMK

Recenzja rozprawy habilitacyjnej
dra Dariusza Graczyka

„Gwiazdy podwójne zaćmieniowe
jako unikalne narzędzie i laboratorium astrofizyczne”

Poniższa opinia sporządzona została według wskazań opublikowanych w serwisie internetowym Centralnej Komisji.

1. Informacje podstawowe o kandydacie

D. Graczyk karierę astronomiczną rozpoczynał w toruńskim Uniwersytecie Mikołaja Kopernika, gdzie w 1996 uzyskał stopień magistra, a w 2003 stopień doktora. W 2003 na krótko był zatrudniony w Instytucie Astronomii w Zielonej Górze. W latach następnych pracował jako nauczyciel w jednym z toruńskich liceów. Od roku 2009 wrócił do astronomii. W latach 2009-2016 pracował w Departamento de Astronomia, Universidad de Concepcion, w Chile, a od powrotu do Polski (2016) jest zatrudniony w toruńskiej pracowni CAMK PAN. Od chwili podjęcia pracy w Chile D. Graczyk związał się z międzynarodowym projektem *Araucaria* kierowanym przez prof. W. Gierena z Chile oraz dr hab. G. Pietrzyńskiego z Warszawy. W tym projekcie aktywnie uczestniczy do dzisiaj, jego prace są wymieniane wśród *science highlights* projektu. D. Graczyk nie zajmował żadnych stanowisk organizacyjnych w jednostkach, w których był zatrudniony.

W 2014, jeszcze przebywając w Chile, złożył do Rady Naukowej OA UW wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Decyzja Rady była odmowna, w uzasadnieniu powołano się na recenzje, z których wynikało, że wniosek był przedwczesny. D. Graczyk kontynuował pracę naukową, od 2014 do dziś opublikował 42 prace, w tym 26 w recenzowanych czasopismach.

2. Charakterystyka dorobku naukowego

W dorobku naukowym D. Graczyka znajdziemy kilkadziesiąt publikacji w recenzowanych czasopismach. Ich dokładna liczba zależy od sposobu wyszukiwania, w styczniu 2019 baza Web of Science podawała 65 pozycji (cytowane 1255 razy, lub 1085 bez auto-cytowań, indeks $h=18$); z kolei popularna w środowisku astronomicznym baza SAO/NASA ADS podawała 89 pozycji, z czego 59 recenzowanych (1574 cytowania, indeks $h=20$). Są to liczby nieco większe od podanych w dokumentacji habilitacyjnej, z miesiąca na miesiąc zarówno publikacji, jak i cytowań, przybywa. Spośród wszystkich prac tylko jedna jest jedno-autorska, pozostałe to publikacje zespołowe, ale D. Graczyk w 19 z nich jest pierwszym autorem. Nie mam wątpliwości: prace z udziałem i pod kierownictwem habilitanta są znane w środowisku astronomicznym. Warto jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że od roku 2012 D. Graczyk publikuje 4-8 recenzowanych prac rocznie - jest to bardzo wysoka aktywność naukowa.

D. Graczyk od początku swojej kariery naukowej zajmuje się jedną, bardzo szczególną, klasą układów podwójnych gwiazd, mianowicie układami na tyle rozległymi, że ich składniki nie oddziałują ze sobą, a przy tym w tak szczególny sposób zorientowanymi w przestrzeni, że możemy obserwować zaćmienia. Warunki te spełnia niezbyt liczna grupa obiektów. Samo odkrycie gwiazdy zmiennej, w tym zaćmieniowej, wymaga ledwie kilku pomiarów. Jednak habilitant nie zajmuje się poszukiwaniem nowych obiektów, ale bardzo staranną analizą obiektów już znanych. Szczegółowe analizy gwiazd zmiennych zaćmieniowych wymagają dużej ilości czasu teleskopowego, gdyż fotometria i spektroskopia powinny pokrywać znaczną część faz orbitalnych, a linie widmowe trzeba rejestrować z

odpowiednio wysoką jakością. D. Graczyk jest dobrym obserwatorem i wiele zespołowych publikacji właśnie jemu zawdzięcza właściwą liczbę i jakość obserwacji. Do analizy danych habilitant wykorzystuje znane i powszechnie dostępne programy. Posługuje się metodą Wilsona-Devinneya, znaną od lat 1970-tych, ale uaktualnianą jeszcze w 2015. Posługuje się także procedurami rozplątywania nakładających się widm gwiazd podwójnych. Opanowany i stosowany warsztat jest najlepszy z możliwych.

Ze swoją wiedzą i warszatem D. Graczyk w 2009 dołączył do projektu *Araucaria* funkcjonującego od roku 2000. Sam projekt poświęcony jest wyznaczaniu odległości do różnych galaktyk różnymi metodami. Serwis ADS, użyteczny w porównaniach, wykazuje, że hasło „*Araucaria eclipsing binaries*” występuje w tytułach 11 publikacji, D. Graczyk jest współautorem wszystkich, a pierwszym autorem w trzech. Zamieszczona na stronie internetowej projektu *Araucaria* lista publikacji wykazuje 21 prac, których tytuł zawiera „*eclipsing binaries*”, D. Graczyk jest współautorem 20 z nich. Z takiego zestawienia wynika, że habilitant pełni w projekcie *Araucaria* rolę specjalisty od gwiazd podwójnych zaćmieniowych. Jego doświadczenie wykorzystywane jest oczywiście przy wyznaczaniu odległości, ale tematyka prac nie ogranicza się do tego zagadnienia.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe habilitanta należy uznać niezwykle dokładne wyznaczenia odległości do obu Obłoków Magellana, właśnie przy wykorzystaniu starannej analizy gwiazd podwójnych zaćmieniowych. Rezultaty te były oczywiście opublikowane w pracach zespołu. O pozycji habilitanta w wybranej przez siebie specjalności można wnioskować przeglądając dostępny w internecie katalog DEBCat parametrów fizycznych gwiazd podwójnych zaćmieniowych, takich, które są dobrze znane i zbadane. Jest ich niewiele, ale między 218 pozycjami (styczeń 2019) znajdziemy 28, dla których podane są referencje do prac Graczyk et al., co oznacza wkład ponad 10%. Jest to wkład bardzo istotny, mimo że dotyczy wąskiej dziedziny astronomii.

3. Ocena rozprawy habilitacyjnej lub zestawu publikacji składających się na habilitację wraz z uzasadnieniem, co przeprowadzone badania wnoszą do nauki

Dr Dariusz Graczyk w charakterze rozprawy habilitacyjnej (osiągnięcia naukowego) zatytułowanego „Gwiazdy podwójne zaćmieniowe jako unikalne narzędzie i laboratorium astrofizyczne” przedstawił cykl pięciu publikacji:

H1 Graczyk, Dariusz; Pietrzyński, Grzegorz; Thompson, Ian B.; et al., „The Araucaria Project. The Distance to the Small Magellanic Cloud from Late-type Eclipsing Binaries”, *The Astrophysical Journal*, Volume 780, Issue 1, article id. 59, 13 pp. (2014).

H2 Helminiak, K. G.; Graczyk, D.; Konacki, M.; et al., „Orbital and physical parameters of eclipsing binaries from the ASAS catalogue - VIII. The totally eclipsing double-giant system HD 187669”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 448, p.1945-1955 (2015)

H3 Graczyk, D.; Smolec, R.; Pavlovski, K.; Southworth, J.; et al., „A solar twin in the eclipsing binary LL Aquarii”, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 594, id.A92, 13 pp. (2016)

H4 Graczyk, Dariusz; Konorski, Piotr; Pietrzyński, Grzegorz; et al., „The Surface Brightness-color Relations Based on Eclipsing Binary Stars: Toward Precision Better than 1% in Angular Diameter Predictions”, *The Astrophysical Journal*, Volume 837, article id. 7, 19 pp. (2017)

Nie mam wątpliwości, że jest to cykl jednotematyczny, dotyczący gwiazdowych układów podwójnych, rozdzielonych, zaćmieniowych. Tej tematyce poświęcona jednak jest cała działalność naukowa habilitanta, inna tematyka praktycznie nie wchodzi w rachubę. Nie umniejsza to jednak oceny rozprawy, bo choć habilitant wszechstronnym nie jest, to w swojej dziedzinie osiągnął całkiem dobry poziom. Gwiazdy podwójne zaćmieniowe jako unikalne narzędzie - to brzmi jak oczywistość, bo i gwiazd takich jest niezbyt wiele i zaćmienia dają, faktycznie, bardzo szczególną możliwość wyznaczania wielu parametrów skądinąd normalnych gwiazd. Przedstawiony wybór publikacji oraz ich omówienie w autoreferacie wykazuje, że badanie układów zaćmieniowych nie ogranicza się tylko do wyznaczania odległości, ale ma szersze znaczenie.

W pracy H1 poznajemy wyznaczenie odległości do Małego Obłoku Magellana, Nie da się tego rezultatu oddzielić od wcześniejszego wyznaczenia odległości do Wielkiego Obłoku Magellana, bo i metoda ta sama i niemal ten sam zespół współautorów. Czyli gwiazdy zmienne zaćmieniowe przyczyniają się do lepszego wyznaczania odległości poza naszą galaktyką - Drogą Mleczną.

W pracy H2 poznajemy szczegółowe parametry układu niezbyt odległego, z Drogi Mlecznej, który okazuje się być unikalnym zaawansowanym ewolucyjnie obiektem. Powinien on nadawać się do porównań z modelami ewolucyjnymi gwiazd, pierwszą taką dyskusję w publikacji przeprowadzono, wskazując dalszy kierunek badań.

W pracy H3 poznajemy niezbyt odległy układ podwójny, który w tym przypadku zawiera gwiazdę podobną do Słońca. Analiza gwiazd „słońco-podobnych” to dobrze wyodrębniony dział astrofizyki, zajmujący się dyskusowaniem przeszłości i przyszłości naszej najbliższej gwiazdy. W tym przypadku analiza gwiazdy zmiennej zaćmieniowej dostarczyła dokładnego materiału do szczegółowych porównań z modelami ewolucji gwiazd i tym razem takie analizy w publikacji przedstawiono.

W pracy H4 mamy do czynienia z analizą 35 pobliskich układów podwójnych zaćmieniowych. W oparciu o wybrane najdokładniejsze dane wyznaczono zależność *jasność powierzchniowa - kolor* wykorzystywaną często do szacowania rozmiarów gwiazd, a pośrednio do odległości do nich. Otrzymano zależność nie gorszą niż wcześniejsze wyznaczenia innymi metodami, i przedyskutowano możliwości zwiększenia dokładności szacowania rozmiarów gwiazd.

Dwie prace, H1 i H4, pokazują zastosowanie gwiazd podwójnych zaćmieniowych do wyznaczania odległości. Ale prace H2 i H3 pokazują ich inne zastosowanie - do porównań z modelami ewolucyjnymi. Czyli mamy w sumie dwa zastosowania omawianych układów. Jest to może trochę mało, jak na obiecane w tytule „unikalne narzędzie”, przy czym oba właściwie nie są niczym nowatorskim. Ale istotnym nowym wkładem habilitanta do tej dziedziny jest bardzo duża dokładność analiz. Oceniam, że jest to jego niekwestionowane osiągnięcie.

W pracy H1 otrzymano 3% precyzję wyznaczenia odległości do SMC, a przypomnijmy wcześniejszą 2% dokładność wyznaczenia odległości do LMC. Są to dokładności lepsze od wszystkich wcześniejszych wyznaczeń. W pracy H2 otrzymano najlepsze parametry wybranego układu zaawansowanego ewolucyjnie: promienie z dokładnością 2%, a masy 0.27% (jedne z najdokładniejszych wyznaczeń w literaturze). Podobne układy (17 obiektów w katalogu DEBcat) owszem, są znane, ale ze znacznie mniejszą precyzją. Zatem zaprezentowano w pracy H2 unikatowy obiekt, niezwykle przydatny do porównań z obliczeniami ewolucyjnymi gwiazd. W pracy H3 wyznaczono promienie gwiazd z dokładnością 0.5%, a masy z dokładnością 0.07%. W pracy H4 wyznaczono rozmiary kątowe gwiazd z dokładnością lepszą niż 10%, a dla 11 z nich z dokładnością lepszą niż 2%. Liczby te świadczą o tym, że dzięki publikacjom rozprawy habilitacyjnej oraz, oczywiście, dzięki wkładowi habilitanta do innych prac zespołu *Araucaria*, precyzja wyznaczeń parametrów gwiazd podwójnych osiągnęła nowy, lepszy poziom. Tytułowe „laboratorium astrofizyczne” układów podwójnych, rozdzielonych, zaćmieniowych, dzięki D. Graczykowi znacząco zwiększyło dokładność.

4. Charakterystyka dorobku dydaktycznego

W czasie, kiedy był nauczycielem w liceum, D. Graczyk zajmował się aktywnie popularyzacją astronomii. W latach pobytu w Chile był opiekunem jednej pracy magisterskiej. Obecnie prowadzi opiekę naukową dwóch doktoratów w Warszawie.

5. Działania innowacyjne i wdrożeniowe, oraz na rzecz upowszechniania badań

W sieci WWW można znaleźć kilka katalogów zawierających gwiazdy podwójne zaćmieniowe, najbardziej znanym z nich jest DEBcat. D. Graczyk zamieszcza w nim i na bieżąco uaktualnia swoje wyniki, dzięki temu są one upowszechnione i wykorzystywane (cytowane) przez innych badaczy.

6. Współpraca krajowa i międzynarodowa

W 2004 przebywał przez miesiąc na stażu w Princeton University. W latach 2009-2016 przebywał w Departamento de Astronomia, Universidad de Concepcion, w Chile, na stażu podoktorskim. W projekcie *Araucaria* współpracuje stale z licznym zespołem międzynarodowym, wyniki badań zespołu prezentował na konferencjach zagranicznych i krajowych.

Podsumowanie

Przedstawione jako osiągnięcie naukowe cztery publikacje dotyczące gwiazdowych układów podwójnych, rozdzielonych, zaćmieniowych, stanowią znaczny wkład autora do tematyki, wprawdzie wąskiej, ale w światowej astronomii całkiem istotnej. Ponadto nie mam wątpliwości, że habilitant wykazuje się bardzo dużą aktywnością naukową. Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej ocenę, w świetle obowiązującej w 2018 ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, stwierdzam, że dr Dariusz Graczyk spełnia wszelkie warunki, zarówno te formalne, jak i te zwyczajowe, przyjęte w środowisku astronomicznym, do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

K. Gęsicki

Piwnice, 18 stycznia 2019

Krzysztof Gęsicki