

Prof. dr hab. Andrzej Niedzielski
Centrum Astronomii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Toruń, 30 sierpnia 2019

Ocena osiągnięcia naukowego pod tytułem „Migracja, orbity okresowe i powstawanie rezonansów ruchów średnich w układach dwóch i więcej planet” ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego dra Cezarego Migaszewskiego.

Przedstawione mi do recenzji osiągnięcie naukowe składa się z serii pięciu publikacji w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, jednym z najlepszych europejskich recenzowanych czasopismach astronomicznych, znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports (JCR)*, których jedynym autorem lub współautorem jest habilitant. Dostarczona mi dokumentacja zawiera także *Autoreferat*, *Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki*, a także *Oświadczenia współautorów* dotyczące ich roli w poszczególnych pracach wchodzących w skład osiągnięcia.

Ocena osiągnięcia naukowego habilitanta

Przedstawione przez habilitanta osiągnięcie naukowe pod tytułem „Migracja, orbity okresowe i powstawanie rezonansów ruchów średnich w układach dwóch i więcej planet” to seria pięciu oryginalnych prac opublikowanych w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. Habilitant jest jedynym autorem trzech z tych prac [H2, H3, H4], pierwszym (z dwóch) współautorem pracy [H5] oraz drugim (z dwóch) współautorem pracy [H1]. Przedstawione prace dotyczą prezentowanego osiągnięcia i opisują wieloletnie dociekania habilitanta w zakresie dynamiki, a w szczególności rezonansów w ruchach średnich układów wieloplanetarnych.

Habilitant opisał i określił w *Wykazie publikacji* swój procentowy udział w każdej z nich. W załączonych oświadczeniach współautor prac H1 i H5 także określił swój udział w pracach stanowiących recenzowane osiągnięcie. Zgodnie z załączonymi oświadczeniami i deklaracją habilitanta jego udział w pracach współautorskich H1 i H2 był równy lub wiodący i wynosił w przypadku tych prac 50% i 75%, odpowiednio.

Prace zaprezentowane w charakterze osiągnięcia opublikowane zostały w latach 2014-2018. Dotyczą one aktualnej tematyki badawczej jaką jest dynamika układów wieloplanetarnych.

W dobie masowych odkryć planet pozasłonecznych umiejętność właściwej interpretacji (modelowania) pozyskiwanych obserwacji, a tym samym opisu ich konfiguracji i ewolucji ma ogromne znaczenie. Problem ten jest stosunkowo prosty w przypadku układów z jedną planetą. W przypadku układów bardziej skomplikowanych interpretacja, szczególnie wobec nieuniknionych niepewności obserwacyjnych staje się one niezwykle złożony. Właśnie próbom interpretacji takich obserwacji poświęcone są dociekana habilitanta.

W pierwszej pracy [H1] habilitant przedstawił nowe podejście do znanego problemu modelowania obserwacji dla układów wieloplanetarnych polegające na porównywaniu z obserwacjami jedynie tych konfiguracji, o których wiadomo, że są stabilne (rezonansowe). Jest to bardzo silne założenie, pozwala ono jednak ograniczyć obszar poszukiwanych rozwiązań problemu do rozmiarów, które dają się opisać w skończonym czasie. Warto podkreślić jest to, że stabilny (rezonansowy) charakter orbit poszczególnych składników systemu osiągany ma być poprzez oddziaływania planet z dyskiem protoplanetarnym, indukującym migrację, prowadzącą do rezonansów w ruchach średnich. Takie podejście zostało zastosowane po raz pierwszy do układu HR 8799 w omawianej pracy, oraz w pracy (Mills i inni. 2016) gdzie zastosowano ją do analizy układu Kepler-223.

Istotnym dla omawianego osiągnięcia mechanizmem, prowadzącym do stabilnych (rezonansowych) konfiguracji jest zatem ewolucja orbit planet w wyniku oddziaływania z dyskiem protoplanetarnym. W kolejnych trzech pracach [H2, H3, H4] habilitant przedstawił próbę analizy tego mechanizmu dla wybranych konfiguracji.

W pracy H2 podjęto próbę wyjaśnienia rozbieżności pomiędzy rozkładami stosunków okresów uzyskiwanymi z symulacji migracji planet oraz rozkładami, jakie faktycznie obserwowano w ramach misji Kepler, dla planet o masach rzędu kilku-kilkunastu mas Ziemi na orbitach o okresach rzędu kilku-kilkudziesięciu dni. Problem polega na tym, że w

obserwacjach faktycznych układów planetarnych brak maksimum w okolicach odpowiadających rezonansom, w szczególności pierwszego rzędu P2/P1.

W wyniku przeprowadzenia 3500 symulacji migracji takich układów planetarnych oraz zastosowaniu naprzemiennej migracji zbieżnej i rozbieżnej rozbieżności tej nie udało się wyjaśnić. Wspólna cecha jaką znaleziono dla większości symulacji to ta, że prawie wszystkie konfiguracje uzyskane w wyniku migracji okazały się być konfiguracjami okresowymi.

Praca H3 stanowi rozszerzenie pracy H2 na układy 3-planetarne. Po wykonaniu 2700 symulacji, w których obserwowano powstawanie rezonansów w ruchach średnich, a także tzw. łańcuchów rezonansów oraz ponownie konfiguracje okresowe. Porównanie symulowanych i obserwowanych (Kepler) stosunków okresów prowadzi jednak do wniosku, że rzeczywiste układy nie podlegają przewidywanemu rozkładowi. Oznaczać to może że nasza wiedza nie wystarcza obecnie do poprawnej symulacji ewolucji orbit w układach wieloplanetarnych oddziaływujących z dyskami protoplanetarnymi lub, że rzeczywiste systemy planetarne mogły nigdy nie znajdować się w rezonansie.

Celem pracy H4 jest analiza procesu prowadzącego do powstania rezonansu drugiego rzędu 9:7, jaki obserwujemy np. w układzie Kepler-29 (Migaszewski i inni. 2017). W wyniku przeprowadzenia symulacji dla różnych wartości pólasi wielkich pokazano między innymi, że o tym czy rezonans powstanie czy też nie decyduje odległość systemu od konfiguracji okresowej lub położenia równowagi w modelu średnim bezpośrednio po wejściu w rezonans. Rozmiar takiej strefy, wewnątrz której możliwe są omawiane rezonanse zależy od mas planet, zaś jej istnienie od tempa migracji, odległości planet od gwiazdy oraz równowagowych wartości mimośrodków.

Praca H5 stanowi rodzaj podsumowania dociekań habilitanta w zakresie poszukiwań rozwiązań okresowych, którymi owocowały symulacje wykonane w pracach H2 i H3. Wykorzystano tu układ Kepler-25, dla którego zebrano odpowiednie dane obserwacyjne (TTV). Choć udało się dla tego obiektu znaleźć konfigurację okresową autor zauważa, że w rzeczywistości system może nie być w takiej konfiguracji. Z przeprowadzonych testów wynika bowiem, że standardowa analiza TTV z większym prawdopodobieństwem wskaże rozwiązanie nierezonansowe.

Reasumując należy stwierdzić, iż przedstawione osiągnięcie stanowi bez wątpienia ważny, nowy wynik naukowy, w aktualnej i ważnej tematyce jaką jest dynamika pozasłonecznych układów planetarnych. Zaawansowane narzędzia jakimi posługuje się habilitant, będące w dużej mierze jego własnymi, stawiają prowadzone przez niego badania na najwyższym światowym poziomie. Sposób prezentacji uzyskanych wyników oraz ich dyskusji dowodzą dojrzałości naukowej habilitanta.

Ocena istotnej aktywności naukowej habilitanta

Poza pracami wchodzącymi w skład przedłożonego do oceny osiągnięcia habilitant jest współautorem 21 prac recenzowanych dostępnych w bazie ADS. Jego recenzowane publikacje (27 według ADS) były cytowane 434 (za ADS, wraz z samo cytacjami, lub 340 razy według WoS) razy, a indeks-H wyniósł 12 (za ADS, 10 lub WoS). Uznać to należy za wynik dobry.

Habilitant ukończył staż podoktorski na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu Szczecińskiego w okresie luty 2014 – luty 2017. Dr Migaszewski brał aktywny udział w pięciu krajowych projektach badawczych w charakterze wykonawcy. Brał aktywny udział w 10 krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych, na których wygłosił 4 referaty. Jest postrzegany jako specjalista w swojej dziedzinie w międzynarodowym środowisku naukowym o czym świadczą zaproszenia do recenzji prac w najlepszych czasopismach astronomicznych.

W moim przekonaniu aktywność naukowa habilitanta jest na odpowiednim poziomie. Jego osiągnięcia dydaktyczne są jednak znikome. Zastanawia natomiast brak zaangażowania w inną działalność (dydaktyka, popularyzacja, organizacja badań) oraz raczej niewielka aktywność na arenie międzynarodowej, szczególnie, że Dr. Migaszewski pracuje w stosunkowo młodej i bardzo dynamicznie rozwijającej się dziedzinie, jaką są poza słoneczne układy planetarne .

Podsumowanie

W mojej ocenie z dostarczonej przez habilitanta dokumentacji wynika, że przedstawione przez niego osiągnięcie naukowe, jak i jego aktywność naukowa spełniają kryteria przewidziane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i

Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 w sprawie kryteriów oceny osoby ubiegającej się o nadani stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Andrzej Niedzielski

A. Niedzielski