

**Recenzja – ocena osiągnięcia naukowego oraz ocena istotnej działalności naukowej  
dr. Cezarego Migaszewskiego  
w związku z postępowaniem o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego**

W skład „osiągnięcia naukowego” zatytułowanego *Migracja, orbity okresowe i powstawanie rezonansów ruchów średnich w układach dwóch i więcej planet* (dalej będę je nazywać rozprawą habilitacyjną) wchodzi pięć prac opublikowanych w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, czyli jednym z wiodących czasopism astronomicznych o zasięgu światowym; wg bazy JCR<sup>1</sup> MNRAS w 2018 miało Impact Factor równy 5.231, a z pięciu ostatnich pełnych lat IF wyniósł 4.986. Dr Migaszewski jest pierwszym autorem czterech z nich, w tym trzech – jedynym. Współautor dwóch prac, w osobnym oświadczeniu, opisał merytoryczny zakres wykonanych przez niego prac i precyzyjnie sformułował na czym polegał jego udział w obu publikacjach. Z opisu wynika, że współautor, prof. Krzysztof Goździewski, był między innymi inicjatorem podjęcia badań stabilności systemu planetarnego wokół HR 8799, złożonego z czterech masywnych planet (praca H1), a także, w ramach H1, analizował stabilność modeli uzyskanych nową metodą opracowaną przez habilitanta i pisał część tekstu tej niezwykle obszernej publikacji (32 strony). Zaś w ramach współautorstwa pracy H5 był autorem części analizy zawartej w pracy oraz „drobnej części tekstu” publikacji.

Rozprawa dotyczy bardzo klarownie zdefiniowanego przez dr. Migaszewskiego zagadnienia istoty rezonansów ruchu średniego (MMR) w stabilizacji konfiguracji układów pozastłonecznych złożonych z kilku planet, które migrują ku gwiazdzie centralnej. Pierwsza publikacja rozprawy (H1) jest zasadniczym jej elementem. W H1, przedstawiona jest nowa metoda znajdowania stabilnych i zgodnych z obserwacjami konfiguracji orbitalnych, która jest oparta na założeniu prostego (eleganckiego, ale będącego wielkim uproszczeniem rzeczywistości) modelu migracji planet ku gwiazdzie centralnej zaproponowanej w 2013 przez Moore'a & Quillena. Z oświadczeń współautorów (zał. nr 6) wyciągam wnioski, że jest to metoda autorska, opracowana wyłącznie przez dr. Migaszewskiego. W porównaniu do innych metod dawniej używanych w literaturze cechuje ją zdecydowanie lepsza skuteczność, i w pracy H1 przedstawiono jak ona dobrze pracuje w przypadku złożonego aż z czterech masywnych planet ( $\sim 10M_{\text{Jupiter}}$ ) układu HR 8799. W pracy zostało wykazane, że otrzymane rozwiązanie, optymalnie reprezentujące wszystkie dotychczasowe obserwacje położenia planet na orbitach wokół HR 8799, jest stabilnym rozwiązaniem rezonansowym wiążącym wszystkie obserwowane planety (łańcuch rezonansów ruchów średnich 1:2:4:8). Zgodnie z oświadczeniami, również

<sup>1</sup>Kryterium §3a Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku (DU 2011, nr 196, poz. 1165)

dyskusja dotycząca hipotezy możliwości istnienia piątej planety została w całości wykonana przez dr. Migaszewskiego. Zasadniczą rolę tej publikacji w badaniach nad HR 8799 dobrze wskazuje nie tylko liczba cytowań publikacji H1 (ponad 50 cytowań, sierpień 2019) ale także ich porównanie z liczbą publikacji po ukazaniu się H1, które w swym tytule zawierają nazwę tego układu gwiazdowego (ok. 60 publikacji).

Pozostałe publikacje tworzące rozprawę badają postawione zagadnienie bardziej ogólnie, w kilku wybranych aspektach, mogących mieć swoje zastosowanie do licznie odkrywanych układów pozasłonecznych z planetami rzędu od kilku do kilkunastu mas Ziemi, poruszających się po ciasnych orbitach o okresach od kilku do kilkudziesięciu dni. Motywacją takiego wyboru parametrów masy i okresów, było także znalezienie wyjaśnienia zagadkowej niezgodności obserwacji z hipotezą że mamy w większości obserwowanych przypadków do czynienia z układami rezonansowymi, czyli braku wyraźnych maksimów w obserwacyjnych histogramach stosunków okresów orbitalnych wokół wartości świadczących o roli rezonansów w kształtowaniu się tych układów. I tak, trzy kolejne prace badają związek migracji planet w dysku propolanetarnym z powstawaniem konfiguracji okresowych w trzech uogólnionym zagadnieniach:

- (i) tworzenie się rezonansów ruchu średniego w układach gwiazdowych z dwiema migrującymi planetami w bardziej realistycznym niż w H1 modelu dysku protoplanetarnego (praca H2),
- (ii) łańcuchów rezonansów ruchu średniego w układzie gwiazdowym z trzema migrującymi planetami w podobnym, jak w H2, modelu dysku protoplanetarnego (masy w zakresie od 3 do 5 mas Ziemi; praca H3),
- (iii) powstawanie rezonansu ruchu średniego drugiego rzędu 9:7 w układach z dwiema migrującymi planetami.

W H2 dr Migaszewski wskazuje, że ewolucja i możliwość dążenia do stabilnych rezonansowych układów planet zależy od sposobu wzajemnej migracji planet (tzn. czy jest ona zbieżna czy rozbieżna w sensie wartości pól wielkich ich orbit, czyli i okresów orbitalnych). Przyjęcie bardziej realistycznego modelu dysku propolanetarnego mocno komplikuje problem, gdyż w trakcie ewolucji tego dysku również zmienia się jego struktura, a zatem położenie naprzemiennie występujących stref migracji zbieżnej i rozbieżnej. To oznacza, że w danym momencie stabilny układ rezonansowy zaczyna wychodzić z rezonansu, gdy planety opuszczają strefę zbieżnej migracji w dysku i przechodzą w strefę rozbieżnej migracji. Dr Migaszewski argumentuje, że wspomniany wyżej obserwacyjny brak maksimów w histogramie rzeczywistych układów planetarnych można wyjaśnić ewolucją orbitalną pary planet wchodzących cyklicznie w naprzemiennie w dysku położone strefy migracji rozbieżnej i zbieżnej. Ważnym wynikiem pracy jest, że prawie wszystkie otrzymane w symulacjach układy z dwiema planetami okazały się układami okresowymi właśnie wskutek cyklicznie zachodzącej migracji zbieżnej i rozbieżnej. Uważam, że jest to nowy i bardzo interesujący wynik. Praca H3 jest uogólnieniem problemu na trzy planety, co oczywiście mocno komplikuje i tak już bardzo złożony

problem. Tu także Autor dyskutuje istniejące rozbieżności z obserwacjami.

Praca H4 bada warunki powstawania rezonansu ruch średniego 9:7, który wydaje się pełnić istotną rolę w formowaniu się niektórych układów planetarnych takich jak Kepler-29 (Migaszewski i inni, 2017), czyli złożonego z dwóch planet o masach kilku mas Ziemi. Autor wskazuje powody, dlaczego w niektórych przypadkach układ dwóch planet migrując w dysku propoplanetarnym, osiąga stabilny rezonans 9:7, a w niektórych sytuacjach przechodzi przez niego. Nowym wynikiem jest wskazanie, że trwały rezonans 9:7 nie ma szans powstać nie tylko w pewnym zakresie mas planet, co już było wcześniej w literaturze pokazane, ale że o tym decydują także wartości mimośrodków orbit oraz jak tempo migracji w dysku protoplanetarnym zależy od odległości planety do gwiazdy.

Rozprawę zamyka analiza możliwych konfiguracji okresowych na przykładzie układu planetarnego wokół Kepler-25 złożonego z dwóch planet i będącego w pobliżu rezonansu 2:1, co według Autora jest pierwszym krokiem do próby oceny powszechności występowania tego typu konfiguracji okresowych w rzeczywistych układach planetarnych.

Wyniki otrzymane przez dr. Migaszewskiego w pięciu publikacjach, tworzących dobrze skonstruowaną merytorycznie rozprawę habilitacyjną, oceniam bardzo wysoko zarówno pod względem merytorycznym jak i samodzielności prowadzonych badań. Rzadko się dziś zdarza, by 60% rozprawy było opartych na jednoautorskich publikacjach, a w 80%, by habilitant był pierwszym autorem. Cieszy również, że Autoreferat (załącznik nr 2), który formalnie pełni jedynie rolę pomocniczą w zrozumieniu istoty problemów poruszanych w rozprawie jest napisany dobrze i przystępnie. Szczególnie mam na myśli wersję autoreferatu napisaną w języku polskim. Jest on niestety jedynym polskim tekstem dr. Migaszewskiego, który jako recenzentka rozprawy mogłam przeczytać, gdyż w wykazie dorobku nie znalazłam żadnej publikacji popularnonaukowej, ani listy wystąpień popularnonaukowych. To w moim przekonaniu wielka szkoda. Pisząc tę uwagę powołuję się na znaczenie słowa *habilitas*, obejmującego *zdolność, umiejętność, wreszcie uprawnienie*, nie tylko do samodzielnej pracy badawczej, ale także do samodzielnego nauczania na uczelni. Również nie znalazłam wykazu prowadzonych zajęć dydaktycznych, jednakże dr Migaszewski był przez rok opiekunem naukowym w 2013 studenta – brak szczegółów.

Oceniając całokształt aktywności w oparciu o przedstawiony *Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki* (załącznik numer 4) wnioskuję, że dr Migaszewski po doktoracie poświęcał się z wielkim zaangażowaniem, ale prawie wyłącznie, badaniom, przy czym uczestniczył w pięciu projektach badawczych jako ich wykonawca, oraz przedstawianiu tych badań na międzynarodowych konferencjach naukowych.

Bogaty dorobek naukowy dr. Migaszewskiego korzystnie uzupełnia moją bardzo pozytywną opinię na temat rozprawy habilitacyjnej zebranej w pięciu oryginalnych publikacjach naukowych. Dr Cezary

Migaszewski jest w sumie autorem 27<sup>2</sup> oryginalnych prac opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych (w tych pięciu z rozprawy) o zasięgu światowym (z listy JCR), w tym 18 z nich ukazała się po doktoracie (po 2010 roku). Większość prac została zamieszczona w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, a pojedyncze w czasopismach: *Nature* (5-letni Impact Factor: 45.819), *Astrophysical Journal Supplement Series* (2018 Impact Factor: 8.311), *Astrophysical Journal* (2018 Impact Factor: 5.580), *Astronomy & Astrophysics* (5-letni Impact Factor: 5.379), *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy* (Impact Factor: 1.837), oraz *New Astronomy* (5-letni Impact Factor: 0.960).

W całym dobrodruku też wyraźnie widać istotny wkład dr. Migaszewskiego w powstawaniu poszczególnych publikacji. Moja wysoka ocena osiągnięć naukowych dr. Migaszewskiego ma swoje potwierdzenie w znacznej liczbie cytowań – 367 według bazy Web of Science<sup>3</sup>, a w bazie astronomicznej ADS zbliża się ona obecnie do 460 (sierpień 2019), zaś indeks Hirscha<sup>4</sup> wynosi odpowiednio według obu tych baz: 11 i 13, co jest bardzo dobrym osiągnięciem w międzynarodowym środowisku astronomicznym zajmującym się tą tematyką i oznacza, że dr. Migaszewski jest w tym środowisku dobrze znany. To ostatnie stwierdzenie ma swoje wymierne potwierdzenie w pokażnej liczbie recenzji (21), o które był proszony przez Redakcje znanych czasopism astronomicznych.

Biorąc pod uwagę wysoki poziom działalności naukowej pana dr. Cezarego Migaszewskiego z pełnym przekonaniem stwierdzam, że osiągnął on status samodzielnego naukowca, a uzyskanie stopnia doktora habilitowanego będzie formalnym tego potwierdzeniem.



dr hab. Małgorzata Królikowska-Sołtan

---

<sup>2</sup>wg. bazy Web of Science z sierpnia 2019

<sup>3</sup>Kryterium §4 punkt 4 z Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku

<sup>4</sup>Kryterium §4 punkt 5 tamże