

*Kazimierz Stępień*  
**Obserwatorium Astronomiczne UW**

Al. Ujazdowskie 4, 00-478 Warszawa, Tel. (48 22) 6295346, Fax (48 22) 6294967  
e-mail: kst@astrouw.edu.pl

---

Warszawa 18.03.2014

**Ocena osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego,  
popularyzatorskiego i w zakresie współpracy międzynarodowej  
dr Agnieszki Kryszczyńskiej w związku z postępowaniem  
o przyznanie jej stopnia doktora habilitowanego**

Dr Agnieszka Kryszczyńska ukończyła studia na specjalności astrometria w Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza i od początku swej kariery naukowej związana jest z Obserwatorium Astronomicznym UAM. Obecnie jest tam zatrudniona na stanowisku adiunkta. Jej aktywność naukowa łączy się ściśle z badaniem planetoid. Również osiągnięcie naukowe, na podstawie którego Agnieszka Kryszczyńska ubiega się o stopień doktora habilitowanego, dotyczy tych obiektów. W jego skład wchodzi 5 publikacji z okresu 2004-2013, w tym, stosując oznaczenie kandydatki, praca H1 ukazała się w *Nature*, H2 w *Icarus* i H3-H5 w *Astron. and Astrophys.*. Wszystkie te czasopisma mają wysoki *impact factor*. W H1 pani Agnieszka Kryszczyńska jest trzecią współautorką z czworga, a w H2-H4 jest pierwszą z, odpowiednio, 6, 12 i 30 współautorów. Taki wybór spowodował konieczność zebrania aż 17-tu oświadczeń współautorów lub kierowników grup badawczych biorących w nich udział. Publikacja H5 jest jednoautorska. Ogólny tytuł osiągnięcia to "Obserwacyjna weryfikacja wpływu efektów Jarkowskiego i YORP na planetoidy".

Efekt Jarkowskiego i YORP należą do tzw. efektów niegrawitacyjnych. Historycznie rzecz biorąc, w swoim czasie wydawało się, że znajomość mechaniki Newtona wystarczy do pełnego opisu ruchu ciał Układu Słonecznego. Problemem było uwzględnienie wzajemnego wpływu możliwie dużej liczby ciał na siebie, co wymagało odpowiednich mocy obliczeniowych. Szczytowym osiągnięciem tego podejścia było odkrycie w 1846 roku planety Neptun w miejscu, które wynikało z obliczeń perturbacji ruchu Urana. Mogłoby się wtedy wydawać, że problem ruchu wszystkich ciał Układu Słonecznego przestał być ciekawy naukowo. Dostatecznie obszerny program komputerowy powinien dać ich przeszłe położenia i przewidzieć przyszłe z wymaganą dokładnością. Tymczasem szybko okazało się, że te obliczenia w odniesieniu do małych ciał dają wyniki rozbieżne z obserwacjami. Jasne stało się, że poza oddziaływaniami grawitacyjnymi występują inne, nie ujęte prawami Newtona (czy, później, Einsteina). Szczególnie kapryśnie zachowują się komety, ale i wiele planetoid też porusza się w niepełnej zgodności z prawami grawitacji – tak jakby działały na nie dodatkowe siły, które nazwano efektami niegrawitacyjnymi. Są one dość słabe, ale w dłuższej skali czasowej prowadzą do istotnych rozbieżności z przewidywaniami zaniedbującymi je. W wypadku komet, dominującym efektem jest losowa utrata masy wskutek podgrzania wnętrza komety przez promieniowanie słoneczne. Zjawisko to może też występować u planetoid, które

zbliżają się do Słońca, ale narazie nie wykazano definitywnie jego znaczenia. Natomiast ważniejszy wydaje się tzw. efekt Jarkowskiego związany z bezwładnością cieplną planetoidy. Powierzchnia wirującej planetoidy poddana promieniowaniu słonecznemu, wypromieniowuje zaabsorbowaną energię z opóźnieniem, gdy jej podgrzana część jest już obrócona o pewien kąt. Pęd wypromieniowanych kwantów przekazywany jest planetoidzie, co zmienia parametry orbity i ruchu wirowego. W szczególności, rotacja prosta produkuje siłę popychającą w przód planetoidę (co skutkuje wzrostem rozmiaru orbity), a rotacja wsteczna wywołuje kurczenie się orbity i dryf w kierunku Słońca.

Zjawisko Jarkowskiego można by potraktować jako ciekawostkę pozwalającą conajwyżej lepiej cyzelować przyszłe przewidywania położenia niektórych planetoid, gdyby nie groźne zjawisko związane z możliwością zderzenia bliskich Ziemi obiektów (planetoid i meteoroidów), tzw. NEO (Near Earth Object), z naszą planetą. Obliczając przyszłe orbity tych ciał, zwłaszcza prawdopodobieństwo zderzenia, musimy uwzględnić efekt Jarkowskiego. W przeciwnym wypadku dostajemy fałszywe dane. Przykładem jest tu przyszłe zbliżenie do Ziemi planetoidy Apophis. Dlatego dobre zrozumienie tego zjawiska, jego obserwacyjna weryfikacja ilościowa i opracowanie możliwie najlepszego modelu uwzględniającego go są ważnym elementem naszej wiedzy o ciałach Układu Słonecznego. Znaczącego postępu w tej dziedzinie dokonała swymi pracami pani Agnieszka Kryszczyńska.

W pracy H1 autorzy pokazali, że wśród planetoid typu NEO występuje nadwyżka rotujących wstecznie. Jest to zgodne z mechanizmem zasilania NEO między innymi przez rezonans wiekowy  $\nu_6$ , którego działanie polega na zwiększaniu mimośrodowość orbity obiektu znajdującego się w obszarze jego oddziaływania, aż do przecięcia z orbitą Marsa, a nawet Ziemi. W obszar działania rezonansu leżącego przy wewnętrznej granicy głównego pasa planetoid, wprowadza obiekty z tego pasa efekt Jarkowskiego, pod warunkiem że rotują wstecznie. Uaktualnione dane na temat rotacji 21 NEO pokazały, że 2/3 tych obiektów rzeczywiście rotuje wstecznie, co kontrastuje z pasem głównym, gdzie dominuje (choć nieznacznie) rotacja prosta. Wynik można interpretować, jako silny argument za efektywnym działaniem zjawiska Jarkowskiego w stałym zasilaniu NEO w nowe planetoidy.

Praca H1 była w formie listu do redakcji, zatem musiała być zwięzła. Znacznie obszerniejsze omówienie statystycznych własności rotacyjnych planetoid zaprezentowano w pracy H2. Szczegółowe dane dotyczące 170 obiektów (większość z pasa głównego) opublikowano w obszernych tabelach i poddano starannej analizie. Potwierdzono asymetrię rotacji prostej i wstecznej NEO i stwierdzono nadwyżkę ustawień osi prostopadle do płaszczyzny ekliptyki, zarówno wśród NEO jak i pozostałych planetoid, zwłaszcza tych mniejszych. Wyjaśnienie takich ustawień może wiązać się również z efektem Jarkowskiego (ściślej, zjawiskiem YORP), który, poza zmianą orbity planetoidy, tworzy parę sił wymuszających zarówno zmianę tempa rotacji, jak i ustawienia osi obiektu o nieregularnym kształcie.

Praca H3 poświęcona jest planetoidzie Lundia, której podwójność odkryła pani Kryszczyńska przy okazji kampanii obserwacji fotometrycznych wybranych planetoid. Analiza wielu krzywych blasku tego obiektu, z których część pokazuje

zaćmienia, jest ciekawa i dostarczyła fizycznych danych o budowie, powierzchni i gęstości składników (plus, oczywiście, dane na temat wzajemnej orbity i własności rotacyjnych składników). Tematyka pracy wiąże się jednak dość luźno z głównym tematem osiągnięcia badawczego. W pracy wspomina się tylko o tym, że rozpad planetoidy na dwa składniki mógł być skutkiem niestabilności spowodowanej przyspieszeniem rotacji oryginalnego obiektu przez zjawisko YORP.

Praca H4 oparta jest o dużą liczbę (544) krzywych blasku 55 obiektów z rodziny planetoidy Flora, zebranych w okresie ponad 10 lat, do których dodano literaturowe dane o 91 innych obiektach z tej rodziny. Są to planetoidy z głównego pasa, ale leżące w pobliżu wewnętrznej jego granicy. W pracy przeanalizowano własności rotacyjne badanych planetoid. Wykazano, że ich rozkład częstości rotacji nie jest maxwellowski, wbrew temu, czego się oczekuje, gdy ewolucją planetoid rządzą zderzenia. Okresy rotacji grupują się wokół szybkiej i wolnej rotacji. Również osie rotacji nie są ustawione losowo, lecz wykazują pewien stopień uporządkowania. Podobne zjawisko było wcześniej wykryte dla około 10 obiektów z rodziny Koronis. Zaproponowano wyjaśnienie tych własności poprzez działania efektu YORP. Autorzy pracy H4 sugerują, że obserwowane własności rotacyjne obiektów z rodziny Flory są spowodowane tym samym mechanizmem.

W pracy H5 pani Kryszczyńska rozwija dalej analizę planetoid z rodziny Flory. Modeluje szereg krzywych blasku indywidualnych obiektów w celu otrzymania parametrów opisujących ich kształty i własności rotacyjne. Potwierdza szczególne ustawienie osi rotacji planetoid, przewagę liczby obiektów z rotacją prostą (bo te z rotacją wsteczną zostały “wepchnięte” w obszar rezonansu, który następnie przerzucił je w okolice Marsa i Ziemi) i widoczną separację przestrzenną planetoid rotujących prosto i wstecznie.

Jak już piszę na wstępie, pozostały dorobek habilitantki też jest związany z badaniami planetoid. Wśród tych publikacji należy wyróżnić prace związane z badaniami planetoid podwójnych. Analiza danych obserwacyjnych takich obiektów dostarcza unikalnej możliwości wyznaczenia ich mas, gęstości i fizycznych własności ich powierzchni, a do pewnego stopnia też wnętrza. Pani Kryszczyńska przeanalizowała wraz z kolegami Kalliope, Antiope, a ostatnio odkrytą przez siebie Lundię. Prace im poświęcone cieszą się sporym zainteresowaniem środowiska astronomicznego. Podobnie będzie zapewne z ostatnią jej publikacją poświęconą spektroskopowym badaniom w podczerwieni planetoidy Lundia (*MNRAS*, **437**, 176, 2014).

Wskaźniki bibliometryczne dr Agnieszki Kryszczyńskiej są skromne, ale nie odbiegają od wskaźników wielu innych kandydatów do stopnia doktora habilitowanego. Należy przy tym pamiętać, że uprawia ona dość niszową dziedzinę astronomii. Jest autorką/współautorką 35 publikacji w dobrych czasopismach astronomicznych, z czego niemal wszystkie (bez kilku) opublikowała po doktoracie. Olbrzymia ich większość ukazała się w *Astron. and Astrophys.* Ma też na swym koncie prawie 30 innych publikacji (komunikatów konferencyjnych, czy w cyrkularzach lub biuletynach MUA) oraz dwa referaty zaproszone na konferencjach międzynarodowych. Według bazy ADS wszystkie jej prace są cytowane 443 razy (połowa marca 2014), przy czym najwięcej (71 cytowań) zebrała praca z 2003 r. o kształtach i własnościach rotacyjnych 30-tu

planetoid, otrzymanych na podstawie danych fotometrycznych. Wśród 10 najczęściej cytowanych prac jest tylko jedna z p. Kryszczyńską jako pierwszą autorką. Jej indeks Hirscha wynosi  $H=12$ . Znormalizowana liczbą autorów prac liczba cytowań wynosi 60, a odpowiadający jej znormalizowany indeks Hirscha  $H(znorm.)=3$ . Z porównania powyższych danych widać, że pani Kryszczyńska pracuje raczej zespołowo.


Podsumowując tę część recenzji uważam, że dorobek naukowy dr Agnieszki Kryszczyńskiej jest wystarczający do nadania jej stopnia doktora habilitowanego. Wniosła znaczący wkład w badania planetoid. Mam jednak też uwagę krytyczną. Jej dorobek odnosi się do bardzo wąskiej dziedziny. Wprawdzie dr Kryszczyńska rozszerza swoje zainteresowania, np. o badania spektroskopowe planetoid, czy w podczerwieni, ale namawiałbym ją do dalszego rozszerzenia, tym razem o inne obiekty, czy też o bardziej fundamentalne zagadnienia, np. te związane z powstawaniem i ewolucją układów planetarnych. Kolejnym naturalnym stopniem w karierze naukowej jest tytuł naukowy. Moim zdaniem trudno wyobrazić sobie profesora zajmującego się wyłącznie planetoidami. Można ich zbadać jeszcze bardzo wiele, ale co z tego?

Pani Kryszczyńska ma znaczący dorobek organizacyjny. We wcześniejszych latach była wykonawczynią w kilku grantach KBN, a w ostatnim dziesięcioleciu kierowała dwoma. Dużym osiągnięciem było zorganizowanie międzynarodowej kampanii obserwacji planetoid z rodziny Flory, która zakończyła się uzyskaniem sporej liczby ich krzywych blasku i analizą opublikowaną w kilku pracach. Zorganizowała jeden workshop w Poznaniu i była współorganizatorką prestiżowego Kolokwium MUA nr 164. Swoje wyniki prezentowała też na wielu innych konferencjach. Ma rozbudowane kontakty międzynarodowe skutkujące wartościowymi rezultatami badań. Od 2005 r. jest członkinią Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, przy czym w latach 2009-2013 była sekretarzem, a od 2013 r. jest prezeską Towarzystwa.

Jak każdy pracownik uczelni ma spory dorobek dydaktyczny. Prowadziła m. in. wykłady z Astronomii Ogólnej, czy Astronomii z Astrofizyką i ćwiczenia z wielu przedmiotów, zarówno dla studentów fizyki i geografii, jak i specjalności astronomicznej, czy studium podyplomowego. Opiekowała się pięcioma pracami magisterskimi. Ciekawe były tematy dwóch pierwszych prac prowadzonych przez habilitantkę, związane z mikrosoczewkowaniem grawitacyjnym i czarnymi dziurami. Czyżby miała wtedy ciagoty do tej tematyki, a później się ich pozbyła? Szkoda.

Oдноśnie działalności popularyzatorskiej, dr Kryszczyńska wspomina o prowadzeniu wykładów otwartych, wykładów dla dzieci, artykułach do *Uranii-Postępów Astronomii*, udziale w Festiwalu Nauki, czy projekcie związanym z meteorytem Morasko.

W podsumowaniu uważam, że dorobek naukowy, dydaktyczny, organizacyjny, popularyzacyjny i w zakresie współpracy z zagranicą spełnia ustawowe wymagania. Wnoszę o kontynuowanie postępowania w sprawie nadania jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.

  
Prof. dr hab. K. Stępień