

Prof. dr hab. Andrzej J. Maciejewski  
Instytut Astronomii im. Profesora J. Gila  
Uniwersytet Zielonogórski

Recenzja habilitacyjna dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego  
dr Pawła Kankiewicza

W recenzji przedstawiam kolejno sylwetkę naukową habilitanta, ocenę jego osiągnięć naukowych, ocenę pozostałego dorobku naukowego, ocenę działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej oraz formułuję wniosek końcowy.

**Sylwetka naukowa dr Pawła Kankiewicza**

Tytuł magistra, dr Paweł Kankiewicz uzyskał na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, w 1997 roku. Jego praca magisterska zatytułowana „Zbliżenia gwiazd do Słońca”, została napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Hieronima Hurnika. Kolejnym etapem w rozwoju naukowym habilitanta było otrzymanie stopnia doktora nauk fizycznych w zakresie astronomii na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu w 2004 roku. Promotorem pracy doktorskiej zatytułowanej „Wpływ subtelnych efektów grawitacyjnych na ewolucje orbit planetoid zbliżających się do Ziemi”, był prof. dr hab. Edwin Wnuk.

W latach 1997-1998 dr Kankiewicz był zatrudniony jako pracownik naukowo techniczny w Obserwatorium Astronomicznym UAM w Poznaniu. Później, przez następne cztery lata, był doktorantem w tymże obserwatorium. Studia doktoranckie zakończył obroną wspomnianej wyżej rozprawy doktorskiej. Od roku 2004 pracuje jako adiunkt w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach.

**Ocena osiągnięć naukowych**

Osiągnięciem naukowym, które, w rozumieniu art. 219 ust. 1, pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.), stanowiącym przedkładaną rozprawę habilitacyjną, jest cykl pięciu publikacji zatytułowany „Dynamika małych ciał na orbitach wstecznych”. Składa się on z następujących prac:

1. Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2006, Stability of the Most Hazardous Mars-Crossers, *Acta Astronomica* 2006, Volume 56, No. 4.
2. Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2017, Dynamical lifetimes of asteroids in retrograde orbits. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 468, Issue 4.

3. Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2018, How long will asteroids on retrograde orbits survive? Planetary and Space Science 2018, Volume 154.
4. Kankiewicz, P., Orbit Inversion Scenarios of Minor Bodies in Retrograde Orbit, Planetary and Space Science 2020, Volume 191, id. 105031.
5. Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2021, Impact of non-gravitational effects on chaotic properties of retro-grade orbits, Astronomy and Astrophysics, Volume 646, id. A182.

Wymienione prace są poświęcone badaniu jednego zagadnienia – dynamiki małych ciał w Układzie Słonecznym, których orbity mają nachylenia większe niż 90 stopni. Ciało na takiej orbicie, nazywanej wsteczną, okrąża Słońce w przeciwnym kierunku niż Ziemia. Do chwili obecnej odkryto ponad 120 takich ciał. Klasyfikuje się je jako asteroidy bądź wygaste komety. Ich pochodzenie nie jest do końca ustalone.

Z wyjątkiem czwartej z prac, wszystkie wymienione prace zostały napisane wspólnie z dr I. Włodarczykiem. Z oświadczeń współautora wynika, że wkład dr Kankiewicza w te prace był dominujący.

Pierwsza z prac wymieniona w dorobku habilitacyjnym ukazała się w 2006 roku, pozostałe zostały opublikowane w ostatnich pięciu latach.

Autoreferat habilitanta zawiera bardzo szczegółową prezentację problematyki i metodologii prac składających się na rozprawę. We wszystkich pracach przeprowadzono numeryczne badania, mniej lub bardziej rozbudowanych, modeli ruchu małych ciał w Układzie Słonecznym. Oczywiście, w zależności od złożoności założonego modelu, takie symulacje mogą być czasochłonne. Wbrew pozorom uzyskanie czytelnego wyniku w oparciu o takie badania wcale nie jest łatwe. Złożoność modelu i duża liczba numerycznych danych są w istocie głównymi problemami utrudniającymi wyodrębnienie najważniejszych charakterystyk i przyczyn danego zjawiska.

Można wyróżnić dwa główne cele badawcze prac 1–5. Są to: wyznaczenie i ilościowe opisanie efektywnej stabilności orbit wstecznych w Układzie Słonecznym oraz wyznaczenie prawdopodobieństwa powstania takich orbit. W modelach ruchu uwzględniano oddziaływania grawitacyjne i niegrawitacyjne.

W pracy 2 (H.2 w autoreferacie) jako miarę stabilności orbity zaproponowano medianę dynamicznego czasu życia. Miara ta jakościowo opisuje „czas życia” hipotetycznych obiektów, orbity których są „dynamicznie bliskie” orbicie obserwowanego ciała. Jej wyznaczenie wymaga obliczenia orbit dużej ilości orbit „klonów” obserwowanego obiektu.

Czas życia klonu określa jego przejście na orbitę hiperboliczną lub zderzenie z ciałem Układu Słonecznego. Mediana rozkładu takich zdarzeń dla wszystkich klonów określa

przyjętą miarę dynamicznego czasu życia. W wymienionej pracy policzono wpływ efektów niegrawitacyjnych (dokładniej – efektu Yarkovskiego) na uzyskane wyniki.

W pracach 3 i 5 dr Kankiewicz wyznaczył ilościowe charakterystyki orbit wstecznych, które pozwalają stwierdzić jak wrażliwa jest dana orbita na zmianę warunków początkowych (ten problem był też badany w pracy 1). Taka wrażliwość nazywana jest również chaosem deterministycznym. Znanych jest wiele liczbowych wielkości wykorzystywanych do badania tej własności. Jedną z nich jest numerycznie wyznaczany wykładnik Lapunowa i jego odwrotność zwana czasem Lapunowa. Niezerowy wykładnik Lapunowa oznacza niestabilność układu – małe zmiany warunków początkowych narastają eksponentalnie. Można więc go wykorzystać jako miarę czasu życia danego obiektu. Jednakże, nie można stosować takiej prostej interpretacji. Pokazano to, między innymi, w pracach 3 i 5. Dynamiczny czas życia obiektu w sensie używanym w pracy 2, nie musi być skorelowany z czasem Lapunowa. Obiekt może poruszać się po orbicie chaotycznej i przebywać w Układzie Słonecznym bardzo długo, co nazywa się chaosem stabilnym. Zaobserwowane znaczące zmiany wykładników Lapunowa wywołane efektami niegrawitacyjnymi, są interesujące ale w wymienionych pracach zabrakło szerszego komentarza na ten temat.

Praca 4 cyklu habilitacyjnego poświęcona jest zbadaniu problemu pojawiania się obiektów poruszających się na orbitach wstecznych. Zgodnie z jedną z hipotez mogą one pochodzić z obłoku Oorta lub pasa Kuipera. Istnieje również możliwość, że orbita danego obiektu w efekcie działania perturbacji z orbity prostej staje się wsteczną. W pracy 4 dr Kankiewicz oszacował ilościowo możliwość zajścia takiego zjawiska. Tak jak i w poprzednich pracach badał on dynamikę „klonów” rzeczywistych obiektów poruszających się po orbitach wstecznych. Z analizy przeprowadzonych testów wynika, że prawdopodobieństwo przejścia obiektu na orbitę wsteczną nie jest zanedbywalnie małe. Jako dynamiczne przyczyny takich przejść podano ciasne zblżenia oraz rezonanse. Istotną konkluzją omawianej pracy jest stwierdzenie, że efekt odwrócenia orbit może być spowodowany perturbacjami obiektów (o znaczących masach) nie uwzględnionych w modelu dynamicznym użytym w pracy.

W omawianych pracach zabrakło mi trochę bardziej szerokiego spojrzenia na postawione problemy. Na przykład, można postawić pytanie czy w układzie planetarnym zdominowanym przez jedną planetę taką jak Jowisz mogą istnieć dostatecznie długo rodziny małych ciał poruszających się na orbitach wstecznych. W przypadku zaobserwowania istotnego wpływu efektów niegrawitacyjnych na wykładniki Lapunowa od razu narzuca się pytanie czy i kiedy takie efekty mogą zmienić stabilny chaos w niestabilny. Wyznaczanie sąsiedztwa orbity danego obiektu w oparciu o błędy pomiarowe jest w pełni uzasadnione gdy badamy możliwość zderzenia się tego obiektu z np. Ziemią. W przypadku badania stabilności i mechanizmów przejścia na orbity wsteczne takie ograniczenia narzucone na badane rodziny orbit nie wydają się konieczne.

### **Ocena pozostałego dorobku i aktywności naukowej**

Dr Kankiewicz opublikował ogółem 31 prac (dane wzięte z Web of Science), w tym 9 ukazało się w doniesieniach konferencyjnych. Prace te były cytowane 159 razy. Poza pięcioma pracami składającymi się na rozprawę habilitacyjną jeszcze siedem poświęconych jest podobnej tematyce. Z pozostałych prac duża ich część poświęcona jest badaniom ruchu obrotowego asteroid.

Dr Kankiewicz jest wykonawcą w projekcie NCN „Planetoidy typu V z wewnętrznego Pasa Głównego jak pozostałości zróżnicowanych planetozymali”. W czterech pracach, których współautorem jest dr Kankiewicz przedstawiono wyniki związane z realizacją tego projektu.

Bardzo ważne są prace dr Kankiewicza dotyczące detekcji wysokoenergetycznych cząstek (mionów), zarejestrowanych w eksperymencie ALICE (A Large Ion Collider Experiment) na detektorze ACORDE (A Cosmic Ray Detector for ALICE). W tych badaniach zajmował się on analizą ukierunkowania i rozkładu przestrzennego strumieni mionów kosmicznych z ich hipotetycznych źródeł. Prace te są wynikiem współpracy Instytutu Fizyki UJK i Narodowego Centrum Badan Jądrowych w Warszawie. Tematyka tych prac w istotny sposób wzbogaca dość wąską tematykę badań dr Kankiewicza.

### **Ocena działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej**

Zajęcia dydaktyczne dr Kankiewicz zaczął prowadzić jako student studiów doktoranckich na UAM w Poznaniu. Po rozpoczęciu pracy w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach prowadził wykłady, konwersatoria, laboratoria oraz zajęcia z przedmiotów specjalistycznych na kierunkach fizyka, informatyka oraz inżynieria danych. Ogółem prowadził zajęcia z ponad 15 przedmiotów.

Dr Kankiewicz był promotorem 8 prac magisterskich na kierunku fizyka oraz jednej pracy licencjackiej na kierunku informatyka. Dotyczyły one zagadnień astronomicznych i co warto podkreślić, w tych pracach studenci wykorzystywali dane z przeprowadzonych przez siebie obserwacji. Udokumentowane to jest publikacjami elektronicznymi w cyrkularzu MPC IAU.

Dr Kankiewicz prowadzi niesłuchanie intensywną i bogatą działalność popularyzatorską. Po uzyskaniu stopnia doktora, wygłosił 25 wykładów popularnonaukowych o tematyce astronomicznej. Przeprowadził też wiele pokazów związanych ze zjawiskami astronomicznymi takimi jak zaćmienia i tranzyty planet. Prowadził również zajęcia i otwarte wykłady z astronomii na Świętokrzyskim Uniwersytecie Trzeciego Wieku.

Czymś wyjątkowym był udział dr Kankiewicza w dwóch programach edukacyjnych. Pierwszy z nich FENIKS, był realizowany w latach 2009-2012 w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Wykonawcą tego projektu było konsorcjum uniwersytetów: Jagiellońskiego, Rzeszowskiego i Jana Kochanowskiego w Kielcach. W sumie programem było objętych 250 szkół i 3 tysiące uczniów.

W ramach drugiego z programów PROGRES dr Kankiewicz opiekował się grupami studentów informatyki UJK podczas wyjazdów na dwie konferencje oraz uczestniczył w wizycie studyjnej kadry dydaktycznej kierunku fizyka techniczna w elektrowni jądrowej Forsmark (Szwecja) oraz na Uniwersytecie w Sztokholmie.

Dr Kankiewicz brał udział w organizowaniu kilku konferencji astronomicznych, które odbyły się w IF UJK: 33 zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Kielcach (2007), Cosmology School Kielce (2015) i konferencji „Wykorzystanie Małych Teleskopów” (2005, 2016). Od 2007 roku jest on członkiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Od 2013 do 2019 roku dr Kankiewicz był członkiem Rady Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego UJK, a od 2013 roku jest członkiem Rady Instytutu (obecnie: Rady Naukowej IF UJK).

#### **Wniosek końcowy**

Moja ocena osiągnięcia naukowego dr P. Kankiewicza jest pozytywna. Pozytywnie oceniam również jego pozostały dorobek i działalność naukową. Wysoko oceniam jego działalność popularyzatorską i dydaktyczną. Na tej podstawie stwierdzam, że Pan dr Paweł Kankiewicz spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego (art. 221 ust. 4 i 5 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz 85. Z późn. zm.)). Wniosuję zatem o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.

*Andrzej J. Majgrowski*