

Poznań, 10 marca 2022 r.

prof. UAM dr hab. Agnieszka Kryszczyńska
Instytut Obserwatorium Astronomiczne
Wydział Fizyki
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Słoneczna 36
60-286 Poznań

**Recenzja w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
panu dr Marcinowi Wesołowskiemu**

Informacje wstępne

Dr Marcin Wesołowski swoją edukację związał z Wydziałem Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego, na którym uzyskał tytuł magistra fizyki oraz odbył studia podyplomowe na kierunku matematyka. Również na Uniwersytecie Rzeszowskim został zatrudniony początkowo na etacie inżynierjno-technicznym, a następnie od 2014 roku jako asystent naukowo-dydaktyczny. Od 2018 roku pracuje jako adiunkt naukowo-dydaktyczny i jest zatrudniony w Instytucie Nauk Fizycznych Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego.

**Ocena warunków nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 Ustawy
Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

1. Posiada stopień doktora

Zgodnie z dostarczonymi dokumentami pan Marcin Wesołowski uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk fizycznych, nadany uchwałą Rady Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego w dniu 22.06.2017r. Promotorem rozprawy doktorskiej pt. „*Wybrane aspekty fizycznej ewolucji komet w świetle współczesnych badań astrofizycznych*” był prof. UR dr hab. Piotr Gronkowski.

2. Ocena osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny astronomia

Pan dr Marcin Wesołowski całą dotychczasową karierę naukową poświęcił badaniu własności fizycznych komet. Tematyką tą pomimo tego, że jest bardzo ciekawa, zajmują się niewielkie grupy astronomów na świecie.

Zgodnie z art 219 ust. 1 pkt 2b kandydat przedstawił cykl powiązanych ze sobą artykułów naukowych pt. *"Termodynamiczna emisja materii kometarnej a migracja cząstek lodowo-pyłowych po powierzchni jądra komety"*, w których zawarł swoje osiągnięcia naukowe.

Cykl składa się z 8 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach o wysokim IF: 2 w *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 4 w *Icarus* oraz 2 w *Planetary and Space Science*. We wszystkich artykułach dr Marcin Wesołowski jest pierwszym autorem, a w 4 z nich jedynym autorem. Współautorzy czterech publikacji – prof. Piotr Gronkowski i prof. Igor Tralle – wskazali, że ich wkład do wspomnianych publikacji ograniczał się do dyskusji wyników, udziale w przygotowaniu manuskryptów, wkładzie do opisu dynamiki migracji cząstek kometarnych po powierzchni jądra komety (publikacja A1) oraz do wyprowadzenia niektórych wzorów (publikacja A2). Dominująca rola habilitanta w publikacjach, w których nie jest jedynym autorem nie budzi żadnych wątpliwości. Osiem wymienionych artykułów ukazało się w ciągu zaledwie 3 lat 2019-2021, co świadczy o ogromie pracy włożonej w ich powstanie. Wszystkie publikacje dotyczą problemu aktywności komet, emisji materii kometarnej z ich jąder oraz opisu procesów zachodzących podczas spokojnej sublimacji jak i wybuchów.

Pierwsza z cyklu publikacja (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) opisuje proces migracji cząstek pyłu kometarnego po powierzchni jądra komety. Ruch cząstek z pośrednich szerokości kometocentrycznych w kierunku równika komety był rozważany dla 3 kształtów jąder kometarnych: sferycznego, spłaszczonej elipsoidy i wydłużonej elipsoidy. Szerokości pasów na powierzchni jądra zależą od przyjętych parametrów tarcia oraz założonego kształtu. Dla wszystkich modeli stwierdzono, że cząstki migrujące po powierzchni jądra kometarnego mogą odrywać się od powierzchni jądra komety oraz być przyczynkiem do jej aktywności. Spłaszczenie i wydłużenie modelu wzdłuż osi z (skrócenie i wydłużenie półosi elipsoidy) powoduje zmianę momentu bezwładności obracającego się obiektu. Artykuł opiera się o rozważania teoretyczne i autorzy nie odnieśli się w nim do rzeczywistych parametrów

rotacyjnych jader kometarnych. Czy znane są komety w naszym Układzie Słonecznym obracające się wokół najdłuższej osi (osi minimalnego momentu bezwładności)? Byłoby to dość nietypowe gdyż większość obiektów naszego układu (poza tzw. tumblerami) rotuje wokół najkrótszej osi. Czy emisja gazów może powodować rotację wokół takiej osi?

Druga publikacja (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) dotyczy dwóch mechanizmów emisji materii kometarnej w przestrzeń kosmiczną: łagodnej izotropowej sublimacji oraz dżetów wyrzucanych z gejzerów kometarnych. W pracy oparto się o dwa modele dla wyrzucanych cząstek lodowo-pyłowych – sferycznych dla modelu klasycznego i nieregularnych zastosowanych w nowym podejściu. Nowy model kształtu dla wyrzucanych cząstek opiera się o wyniki uzyskane dzięki misjom kosmicznym Stardust oraz Rosetta. Wyniki symulacji pokazały m.in., że maksymalne rozmiary – a właściwie masy – nieregularnych cząstek są większe niż dla sferycznych, niezależnie od mechanizmu emisji. Ponadto dżety „produkują” cząstki wielokrotnie większe niż te powstające w wyniku łagodnej sublimacji. Efektywność emisji spowodowana oddziaływaniem dwutlenku węgla jest wielokrotnie większa niż w przypadku pary wodnej niezależnie od mechanizmu emisji.

W trzeciej publikacji (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) przedstawiono wyniki symulacji numerycznych rozbłysków trzech hipotetycznych komet na dużych odległościach od Słońca. W pracy rozważano efekty rozpraszania światła przez okruchy lodu zanieczyszczonego pyłem oraz aglomeraty krzemowe, których procentowa zawartość w głowie komety, ma zgodnie z założeniami, bezpośredni wpływ na obserwowaną jasność komety. W artykule przedstawiono nową metodę obliczania skoku jasności komet podczas rozbłysków, gdy sublimacyjna aktywność komety kontrolowana jest przez tlenek węgla – CO, a nie lód wodny. Wyniki symulacji porównano z wynikami obserwacji komety 29P/Schwassmann–Wachmann. Wyniki obliczeń numerycznych są jakościowo spójne z obserwacjami komet prowadzonymi podczas wybuchów.

Czwarta publikacja (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) przedstawia analizę zmian jasności Centaura odkrytego 3 marca 2000 przez przegląd Spacewatch. Początkowo obiekt ten otrzymał oznaczenie planetkowe 2000 EC98, a następnie numer i nazwę (60558) Echeclus. W przypadku Centaurów często obserwowane są nieprzewidywalne pojaśnienia/wybuchy niekoniecznie związane z przejściami przez peryhelium. W przypadku Echeclusa obserwowane były 4 duże rozbłyski w 2005, 2011, 2016, and 2017, a także jeden zauważony na przedodkryciowych obrazach z przeglądu Spacewatch z 2000 roku. W związku

z aktywnością obiekt otrzymał również oznaczenie kometarne 174P/Echeclus. W publikacji zaproponowano nowe wyjaśnienie przyczyny pojaśnień komet i Centaurów w oparciu o mechanizm kriowulkanizmu. Zjawisko to polega na gromadzeniu się dużej ilości lotnych związków chemicznych występujących w kometach, w przestrzeniach na głębokości kilku metrów pod powierzchnią jądra kometarnego tzw. krio-jamach. Ciśnienie gazu uwięzionego w krio-jamie może spowodować wybuchowe zniszczenie warstwy jądra okrywającej krio-jamę i znaczny wzrost jasności związany z gwałtownym uwolnieniem gazu i pyłu do głowy komety. Symulacje numeryczne zostały porównane z obserwacjami rozbłysku Echeclusa z 2017 roku. Autorzy wykazali, że wyrzucona masa gazu i pyłu jest jednym z kluczowych parametrów określających amplitudę rozbłysku. Szkoda, że symulacje numeryczne porównane zostały tylko z jednym obserwowanym rozbłyskiem Echeclusa. Jedynie w konkluzjach artykułu stwierdzono, że zaproponowany mechanizm krio-wulkanizmu potwierdza się również w przypadku komety 29P/Schwassmann–Wachmann.

Piąta publikacja (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) dotyczy problemu występowania lokalnych lawin kometarnych, w wyniku których na powierzchni jąder obserwowane są zagłębienia i osuwiska. W pracy opracowano nowy mechanizm powstawania lawin kometarnych, jako źródeł obserwowanych pojaśnień komet. Podstawą były analizy obserwacji komety 67P/Churyumov-Gerasimenko wykonane przez sondę Rosetta. Lawina może powodować osłabienie płaszcza czy upadek fragmentu skały ze zbocza. Opisany w artykule mechanizm lawinowy powoduje odsłonięcie warstw podpowierzchniowych zawierających lotne związki i w związku z tym sublimacyjną aktywność komety. Zaproponowano 3 niezależne formuły opisujące zmiany jasności komety podczas zjawisk lawinowych. Metoda zaproponowana w artykule wydaje się być bardzo szybka i dokładna. Wyniki obliczeń numerycznych przedstawione w artykule, są jakościowo zgodne z obserwacjami wielu wybuchów kometarnych, a nawet tzw. mega-outbursts.

W szóstej publikacji (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) dr M. Wesołowski opracował numeryczny model zmiany jasności komety w zależności od wyrzucanej masy i zastosował go do obserwowanego pojaśnienia pierwszej komety międzygwiazdowej 2I/Borisov. Celem pracy było porównanie tego wybuchu z wybuchami obserwowanymi dla komet grawitacyjnie związanych ze Słońcem oraz sprawdzenie czy pojaśnienia i wyrzucana masa są zgodne dla obu typów obiektów. Wyznaczony został również stosunek masy wyrzucanego pyłu i gazu. Wyniki modelowania potwierdziły podobieństwo morfologiczne wybuchów komety międzygwiazdowej 2I/Borisov oraz tych związanych ze Słońcem.

W siódmej publikacji (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) dr Marcin Wesołowski zaprezentował dwa modele opisujące zmianę jasności komety podczas wybuchu. W pierwszym modelu główną rolę odgrywa wpływ przekroju rozproszeniowego cząstek na amplitudę zmian jasności komety. W drugim modelu brana jest pod uwagę zmiana powierzchni aktywnej sublimacyjnie na jądrze komety. Dodatkowo rozważany był problem „czasu życia” cząstek lodowych występujących w komie jeszcze w fazie uśpienia komety. Cząstki te tracą masę w wyniku sublimacji, a sam czas życia takiej cząstki zależy od jej masy. Przedstawione wyniki potwierdziły oczekiwania jak i wcześniejsze badania oraz pokazały, że zmniejszenie powierzchni odbijających cząstek lodowych powoduje spadek jasności komety po wybuchu.

W ostatniej ósmej publikacji (numeracja zgodna z załącznikiem nr 5) przedstawiono analizę wpływu rozkładu wielkości cząstek w głowie komety na efektywność rozpraszania padającego światła czyli na jasność komety. Analiza została zastosowana do komety z rodziny Jowisza, której głowa składa się z cząstek lodu wodnego oraz krzemianowego i węglowego pyłu. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że wielkość cząstek istotnie wpływa na zmianę jasności komety, czyli na wydajności rozpraszania padającego światła słonecznego na cząstkach. Z przeprowadzonych symulacji numerycznych wynika, że zmiany jasności komet oscylują w przybliżeniu od -8 do -1 mag. Obliczenia potwierdzają obserwowane amplitudy wybuchów, dla których modelowane zakresy amplitudy są najczęściej obserwowane.

Osiągnięcia naukowe dr Marcina Wesołowskiego podsumowane powyżej i opisane szczegółowo w ramach cyklu artykułów *"Termodynamiczna emisja materii kometarnej a migracja cząstek lodowo-pyłowych po powierzchni jądra komety"* oceniam bardzo pozytywnie. Wyniki stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny astronomia w ramach badań kometarnych, w tym procesów zachodzących na powierzchni jąder kometarnych oraz w głowach komet odpowiedzialnych za pojaśnienia i wybuchy.

3. Ocena aktywności naukowej

Całkowity dorobek publikacyjny dr Marcina Wesołowskiego składa się z 22 recenzowanych artykułów w czasopismach znajdujących się w rozszerzonym *Wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych* ogłoszonym 9.02.2021r. przez Ministra Nauki i Edukacji. Osiem publikacji wchodzi w skład osiągnięcia naukowego, pozostałe 14 artykułów opublikowano w czasopismach o punktacji ministerialnej 140p (1),

70p (10) oraz 40p (3). 21 artykułów ukazało się w ciągu zaledwie 7 lat (2015-2021), czyli praktycznie od momentu kiedy dr Marcin Wesołowski stał się pracownikiem naukowo-dydaktycznym Uniwersytetu Rzeszowskiego. Ponadto w większości publikacji (16) dr Marcin Wesołowski jest pierwszym autorem, a nawet jedynym autorem w 11 przypadkach.

Indeks Hirscha dr Marcina Wesołowskiego wynosi obecnie 9 (raportowany w dokumentacji 8). Ze względu na krótki czas aktywności naukowej kandydata liczba cytowań nie jest duża, ale też systematycznie rośnie.

Pozostała aktywność naukowa dr M. Wesołowskiego jest bardzo skromna. W autoreferacie dr M. Wesołowski raportuje współpracę z Instytutem Geofizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Niestety ogranicza się ona jedynie do uczestnictwa w seminariach Instytutu Geofizyki UW oraz wygłoszeniu 5 referatów. Wspomniane wspólne badania aktywności komety 9P/Tempel nie mają przełożenia na doniesienia konferencyjne czy publikacje. Udokumentowana współpraca naukowa habilitanta dotyczy jedynie dwóch osób: promotora doktoratu prof. Piotra Gronkowskiego i prof. Igora Tralle (obaj z Instytutu Nauk Fizycznych Uniwersytetu Rzeszowskiego). Nie wszyscy są stworzeni do pracy zespołowej i otwarcia na współpracę, jednak wydaje mi się, że w przypadku dojrzałego naukowca taka współpraca jest niezbędna.

Szkoda, że dr Marcin Wesołowski nie nawiązał współpracy z astronomami z Uniwersytetu Jagiellońskiego czy Centrum Badań Kosmicznych PAN zajmującymi się badaniem własności fizycznych komet i aktywnych planetoid. Taka współpraca na pewno byłaby korzystna dla obu stron.

Dr Marcin Wesołowski uczestniczył w zaledwie jednej międzynarodowej konferencji naukowej - Meteoroids 2013 - organizowanej przez Instytut Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, na której wraz z promotorem doktoratu zaprezentowali poster "*Two mechanisms of the ejection of meteoroids from comets*". Pozostałe konferencje, w których uczestniczył dr Wesołowski miały charakter lokalny. Brak aktywności konferencyjnej skutkuje niską cytawalnością jego artykułów. Nawet w czasie pandemii COVID-19 można było brać udział w wielu konferencjach organizowanych zdalnie, a jednocześnie prawie bezkosztowo w nich uczestniczyć i tam zaprezentować wyniki swoich badań.

Niestety dr Marcin Wesołowski nie odbył żadnego stażu naukowego, nie brał udziału w organizacji konferencji, nie brał udziału w pracach żadnego zespołu badawczego realizującego projekt finansowany na drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, nie

jest też członkiem żadnej krajowej czy międzynarodowej organizacji astronomicznej, nie recenzował prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie międzynarodowych.

W 2020 roku dr M. Wesołowski recenzował projekt naukowy dla NASA, co oznacza, że jego publikacje zostały zauważone przez specjalistów z branży.

Warunek istotnej aktywności naukowej stawiany kandydatom do nadania stopnia doktora habilitowanego, w mojej ocenie, jest znacznie łatwiejszy do spełnienia niż wykazanie się znaczącymi osiągnięciami naukowymi. Niezrozumiałe są dla mnie zaniedbania w tej kwestii.

4. Pozostała działalność

W związku z formą zatrudnienia dr Marcin Wesołowski prowadził i prowadzi różnego rodzaju zajęcia dydaktyczne dla studentów i doktorantów Uniwersytetu Rzeszowskiego. Był promotorem 12 prac inżynierskich i dwóch magisterskich.

W ramach popularyzacji nauki prowadzi również wykłady i zajęcia obserwacyjne w Obserwatorium Astronomicznym UR. Jest autorem lub współautorem bardzo wielu artykułów popularno-naukowych oraz materiałów dla nauczycieli fizyki i astronomii.

Podsumowanie

Osiągnięcia naukowe dr Marcina Wesołowskiego przedstawione w publikacjach wchodzących w skład cyklu tematycznie powiązanych artykułów spełniają warunki nadania stopnia doktora habilitowanego. Powstały one w ciągu ostatnich ok. 3 lat w związku z tym ich cytowalność jest jeszcze naturalnie niska.

Aktywność naukowa dr M. Wesołowskiego jest na minimalnym poziomie, który można uznać ją za wystarczającą do spełnienia kryterium istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej.

A. Kuczyński