



OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO

ZAL. W 1825 R.

Warszawa, 29 grudnia 2023 r.

Prof. dr hab. Szymon Kozłowski
Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytet Warszawski
Al. Ujazdowskie 4
00-478 Warszawa

Ocena osiągnięcia naukowego „Badanie własności gigantycznych radioźródeł oraz ich galaktyk macierzystych” oraz dorobku naukowego dr Agnieszki Kuźmich

Dane podstawowe

Dr Agnieszka Kuźmich uzyskała dyplom magistra na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego w 2008 roku, na podstawie pracy magisterskiej pt.: „Badanie własności optycznych linii emisyjnych galaktyk macierzystych gigantycznych radioźródeł”. Praca doktorska pt.: „Optical properties of host galaxies in giant radio sources” obroniona została także na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego w roku 2014. Promotorem w przewodzie doktorskim był prof. dr hab. Stanisław Zoła. W dniu 31 sierpnia 2023 roku dr Kuźmich złożyła wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie astronomia.

Osiągnięcie naukowe (habilitacyjne)

Przedstawione mi do oceny *osiągnięcie naukowe* to cykl powiązanych ze sobą prac, o spinającym je tytule „Badanie własności gigantycznych radioźródeł oraz ich galaktyk macierzystych”, na które składa się sześć oryginalnych recenzowanych prac po doktoracie. Prace te opublikowane zostały w podstawowych (tj. bardzo dobrych) recenzowanych periodykach astronomicznych świata (3x Astrophysical Journal Supplement, Astrophysical Journal, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society oraz Astronomy & Astrophysics), a ich łączna liczba cytowań to 111. Są to prace współautorskie, a dr Kuźmich jest pierwszą autorką wszystkich sześciu. Według załączonych oświadczeń współautorów wkład dr Kuźmich do wszystkich prac był dominujący i oscylował w okolicy 90%, w pracy H6 wydaje się być on niższy, ale nadal dominujący, prawdopodobnie większy od 50%. Autoreferat pokazuje doskonałe zrozumienie tematyki przez dr Kuźmich. Nie mam też wątpliwości o jej dominującym wkładzie do prezentowanego *osiągnięcia naukowego*.

Osiągnięcie naukowe składa się z sześciu prac – trzech katalogów radiogalaktyk: praca **H1** to katalog gigantycznych radioźródeł, praca **H2** to katalog kwazarów radiowych oraz praca **H5** to katalog radioźródeł restartujących. Kolejne trzy prace są poświęcone analizie różnych cech tych obiektów: badaniom widm (praca **H3**), badaniom populacji gwiazdowym radiogalaktyk (praca **H4**) oraz analizie zmienności optycznej (praca **H6**).

W pracy **H1** przedstawiono katalog 349 potwierdzonych gigantycznych radiogalaktyk wraz z rozmiarami ich struktur radiowych, strumieniami oraz mocami radiowymi na częstotliwości 1,4 GHz, przesunięciami ku czerwieni oraz jasnościami optycznymi galaktyki macierzystej w filtrze *r*. W pracy tej oszacowany także został dolny limit na liczbę gigantów na 2000 oraz zauważono, że istnieją na niebie obszary gdzie takich obiektów nie szukano. Na tej podstawie rozpoczęto poszukiwania „brakujących” radiogalaktyk.

Poszukiwania te zaprezentowane są w pracy **H2**. Dr Kuźmich połączyła dwa katalogi – przegląd radiowy NVSS oraz przegląd optyczny SDSS, co zaowocowało katalogiem 272 gigantycznych kwazarów, z czego 174 są nowo odkrytymi obiektami (w tym 70 na $z > 1$). W pracy **H2** zauważono także korelację pomiędzy jasnością linii emisyjnych [OIII] oraz całkowitą jasnością radiową obiektów na częstotliwości 1.4 GHz. Kolejnym badaniem w pracy **H2** było umieszczenie analizowanych obiektów na diagramie Eigenwektor 1. Diagram ten przedstawia zależności pomiędzy RFeII (stosunek szerokości równoważnych żelaza do H β) i FWHM dla linii H β (szerokość połówkowa linii emisyjnej) – tj. „ciąg główny kwazarów”. Aż 91% badanych gigantycznych radiokwazarów należy do populacji B na ciągu głównym kwazarów, czyli do obiektów o małych tempach akrecji materii na czarną dziurę. Praca **H2** wzbogacona jest o umiejscowienie analizowanych obiektów na diagramie kolor-kolor bazując na danych podczerwonych z satelity WISE (W1-W2, W2-W3).

W pracy **H3** połączono 216 widm z przeglądu SDSS dla gigantycznych radiokwazarów tworząc jedno widmo kompozytowe dla tych obiektów. Dla porównania stworzono także analogiczne widmo dla „mniejszych” kwazarów radiowych (łącząc 328 widm). Zauważono, że widmo gigantów (kontinuum) ma mniejsze nachylenie niż to dla mniejszych kwazarów radiowych (oraz mniejsze od nachylenia kontinuum w średnim widmie dla wielu kwazarów w SDSS), a także pokazano zależność nachylenia kontinuum w widmie od jasności tych obiektów.

Praca **H4** dotyczy badań nad populacjami gwiazdowymi w galaktykach macierzystych gigantycznych radiogalaktyk oraz w galaktykach z nimi sąsiadujących. Sprawdzono czy historia formowania się galaktyk macierzystych ma wpływ na powstawanie struktur radiowych. Modelowano widma galaktyk celem ustalenia populacji gwiazdowych i ich metaliczności. Wynikiem tych badań było ustalenie faktu, że gigantyczne radiogalaktyki składają się głównie z bardzo starych gwiazd (średnie wieki populacji > 10 mld lat). Kolejnym wynikiem tej pracy było ustalenie orientacji dżetów gigantycznych radiogalaktyki względem otoczenia (względem sąsiadujących galaktyk lub pustek).

Z kolei praca **H5** dotyczy obiektów, w których obserwuje się powtarzającą się aktywność radiową (obiekty restartujące). W katalogu tym znalazły się 74 radioźródła restartujące, w tym 20 posiadających gigantyczne struktury radiowe. Dla obiektów tych istniały dane spektroskopowe, optyczne, podczerwone i radiowe, co umożliwiło m.in. ustalenie faktu, że masy czarnych dziur w galaktykach restartujących są porównywalne z masami w radiogalaktykach nierestartujących. Galaktyki restartujące mają bardziej zaburzoną morfologię oraz posiadają większą liczbę młodych gwiazd, co może sugerować ich zderzeniowe pochodzenie (merger). Na diagramie podczerwonym kolor-kolor z satelity WISE (W1-W2, W2-W3) obiekty restartujące w 67% okazały się znajdować w obszarze galaktyk spiralnych.

W pracy **H6** przeanalizowano optyczną zmienność kwazarów radiowych z użyciem 13-letnich danych. Ciągi czasowe przeanalizowano dwoma metodami: funkcją struktury i widmem mocy. Nie udało się zmierzyć charakterystycznej skali czasowej, co może świadczyć, że jest ona dłuższa dla tych obiektów niż długość analizowanych danych.

Wszystkie sześć prac *osiągnięcia naukowego* tworzy spójny zestaw badań nad radiowymi galaktykami aktywnymi i są to prace niewątpliwie oryginalne, nowe i bardzo interesujące. W mojej ocenie stanowią one ciekawy, nowatorski i znaczny wkład do tej dyscypliny badań – powstawania gigantycznych struktur radiowych w galaktykach aktywnych. Prace te zostały także bardzo dobrze odebrane w środowisku naukowym, o czym świadczy ich łączna, duża liczba cytowań – 111.

Dorobek naukowy

W analizie dorobku naukowego Dr Kuźmich posłużyłem się załączonymi dokumentami oraz powszechnie używaną przez astronomów bazą NASA ADS. Zgodnie z tą bazą dr Agnieszka Kuźmich jest autorką lub współautorką 23 recenzowanych publikacji o łącznej liczbie cytowań 303 (29 grudnia 2023 r.). Prace te wskazują na indeks Hirscha równy 9 i w większości opublikowane zostały w podstawowych (tj. bardzo dobrych) periodykach astronomicznych świata, m.in. MNRAS (5), ApJ (3), ApJS (3), A&A (2).

Dr Agnieszka Kuźmich jest pierwszą (główną) autorką 10 recenzowanych prac, o łącznej liczbie cytowań 146; indeks Hirscha 5. Sześć z tych prac stanowi *osiągnięcie naukowe*, omówione we wcześniejszej sekcji. Cztery pozostałe prace autorstwa dr Kuźmich omawiam skrótowo poniżej.

Praca Kuźmich, Kuligowska & Jamroży (2011, AcA, 61, 71) dotyczy obiektu o nazwie J1145-0033, który jest kandydatem na najbardziej odległy gigantyczny kwazar radiowy ($z=2.055$). W pracy zmierzono m.in. masę centralnej dziury i tempo akrecji dla tego obiektu.

Praca Kuźmich & Wszolek (2012, AASP, 2, 34) to praca, w której autorzy analizowali widma echelle dla dwóch gwiazd: oPer i β Tau, aby wyeliminować błędne identyfikacje międzygwiazdowych pasm rozmytych powodowane przez linie telluryczne.

W pracy Kuźmich & Jamroży (2012, MNRAS, 426, 851) autorzy przeanalizowali właściwości optyczne i radiowe 45 gigantycznych kwazarów radiowych, aby sprawdzić czy rozmiary pozagalaktycznych źródeł radiowych są powiązane z parametrami fizycznymi czarnych dziur. W pracy tej autorzy dokonują m.in. pomiaru mas czarnych dziur oraz tempa akrecji w badanych obiektach, a także pokazują, że środowisko odgrywa niewielką rolę w tworzeniu wielkoskalowych struktur radiowych.

Praca Kuźmich & Jamroży (2013, AASP, 3, 42) sprawdzała czy istnieje korelacja pomiędzy właściwościami centralnego silnika AGN, a pochodzeniem struktur radiowych w dużej skali. Autorzy odkryli m.in. słabą korelację między tempem akrecji, a mocą radiową.

Dr Agnieszka Kuźmich przed doktoratem była kierownikiem grantu NCN PRELUDIUM (2011-2013), a po doktoracie kierownikiem grantu NCN FUGA (2016-2019). Była także wykonawcą jednego grantu MNiSW przed doktoratem (2009-2012) oraz wykonawcą dwóch grantów NCN OPUS po doktoracie (2014-2017 i 2019-2022). Brała ona udział trzech szkołach: The 8th NEON Observing School, Hiszpania 2010; Beijing International Summer School, Chiny 2011 oraz 4th Cosmology School, Polska 2018. Dr Agnieszka Kuźmich odbyła jeden trzyletni staż podoktorski w Centrum Fizyki Teoretycznej PAN w Warszawie (2016-2019). Była także

recenzentem trzech prac w międzynarodowych periodykach astronomicznych (A&A oraz ApJ), co świadczy o rozpoznaniu w niej eksperta w swojej dziedzinie badań. W latach 2012/2013 otrzymała ona stypendium MNiSW za wybitne osiągnięcia naukowe.

Dr Agnieszka Kuźmich wielokrotnie i z sukcesami ubiegała się o czas obserwacyjny zarówno na teleskopach optycznych, jak i radioteleskopach. W latach 2009-2022 była autorką lub współautorką łącznie 13 wniosków obserwacyjnych (dziewięć zaakceptowanych) na teleskopy takie jak 10 m SALT, 8,2m Subaru, 3,5 m Calar Alto oraz radioteleskopy GMRT, VLA, LOFAR.

Charakterystyka dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Na osiągnięcia dydaktyczne dr Agnieszki Kuźmich składają się: współautorstwo podręcznika akademickiego, pt.: „Elementy astronomii dla geografów”, działalność jako promotorka pomocnicza pracy doktorskiej Sagara Sethi, pt.: „Dynamical Evolution of giant radio galaxies”, a także prowadzenie zajęć dydaktycznych: Podstawy astronomii (wykład i ćwiczenia), Współczesne metody obserwacji w astrofizyce (wykład i ćwiczenia) oraz Wykład specjalistyczny poświęcony badaniom układów galaktyk.

Osiągnięcia organizacyjne to współorganizacja 18 konferencji o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym.

Dr Agnieszka Kuźmich jest autorką 44 artykułów popularno-naukowych, autorką plansz edukacyjnych o tematyce astronomicznej, a także kilkakrotnie wnioskowała o granty MNiSW dotyczące działalności upowszechniającej naukę (cztery wnioski otrzymały dofinansowanie).

Konkluzja

Zgodnie z przepisami obowiązującej Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Art. 219) oraz §19 w Załączniku do uchwały nr 51/V/2023 Senatu Uniwersytetu Jagiellońskiego z dnia 31 maja 2023 roku, stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która: (1) posiada stopień doktora, (2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe (...), stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej: (...) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych (...), (3) wykazuje się istotną aktywnością naukową (...) realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej (...), w szczególności zagranicznej oraz (4) osiągnięcie (...) może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Z przyjemnością stwierdzam, że dr Agnieszka Kuźmich spełnia wszystkie cztery powyższe kryteria w ww. Ustawie i/lub ww. uchwale Senatu UJ. Jej dotychczasowa kariera naukowa, w tym *osiągnięcia naukowe*, jej osiągnięcia popularyzatorskie, organizacyjne i dydaktyczne wskazują na jej bogatą aktywność w środowisku astronomicznym. Dlatego uważam, że dr Agnieszka Kuźmich w pełni kwalifikuje się do nadania jej stopnia doktora habilitowanego. Stawiam wniosek o dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania.

prof. dr hab. Szymon Kozłowski

