



ul. Bartyccka 18, 00-716 Warszawa
tel: (22) 651 05 00, (22) 841 00 41
fax: (22) 841 00 46
email: camk@camk.edu.pl
<http://www.camk.edu.pl/>

CENTRUM ASTRONOMICZNE IM. MIKOŁAJA KOPERNIKA PAN

Ocena osiągnięć i dorobku naukowego dr. Pawła Bielewicza w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Dr Paweł Bielewicz studiował fizykę na Uniwersytecie Warszawskim specjalizując się w fizyce teoretycznej i uzyskując w 2000 roku magisterium po przedstawieniu pracy „Wpływ niejednorodności we Wszechświecie na wyznaczanie parametrów kosmologicznych”. W roku 2006 po odbyciu studiów doktoranckich również na UW uzyskał stopień doktora na podstawie rozprawy doktorskiej „Badanie wielkoskalowej struktury Wszechświata poprzez statystyczną analizę pomiarów anizotropii temperatury i polaryzacji relikтового promieniowania tła”. Po obronie doktoratu dr Bielewicz przez niemal dekadę przebywał na stażach podoktorskich, m.in. w Instytucie Astrofizyki w Paryżu i w Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) we Włoszech. Przez ostatnie kilka lat był zatrudniony na stanowisku adiunkta w Centrum Astronomicznym im. M. Kopernika PAN w Warszawie, a obecnie pracuje na takim samym stanowisku w Narodowym Centrum Badań Jądrowych.

Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe mające stanowić podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego (w rozumieniu art. 16 ust. 1-2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym) Kandydat wskazał cykl publikacji pt. „Obserwacyjne ograniczenia na topologię Wszechświata”. Cykl ten obejmuje pięć recenzowanych artykułów oznaczonych w autoreferacie jako P1-P5, które ukazały się w latach 2009-2016, a zatem kilka lat po doktoracie, w renomowanych czasopismach poświęconych dziedzinie reprezentowanej przez Kandydata: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (3 prace) oraz Astronomy & Astrophysics (2 prace). Oba te czasopisma mają wysoki Impact Factor na poziomie 5-6. Prace P1-P3 mają dwóch-trzech autorów i dr Bielewicz jest w nich pierwszym autorem, natomiast prace P4-P5 są wieloautorskimi publikacjami kolaboracji Planck, w których Habilitant jest jednym z ponad 200 autorów. Zgodnie z oświadczeniami współautorów, wkład Kandydata do wszystkich publikacji pierwszoautorskich był zdecydowanie dominujący (wynosił 80, 85 i 75% odpowiednio dla prac P1, P2 i P3), a wkład współautorów ograniczał się do pomocy przy przygotowaniu danych i narzędzi do ich analizy, dyskusji dotyczących interpretacji wyników oraz drobnej edycji tekstu. W przypadku

prac wieloautorskich kolaboracji Planck wkład ten dużo trudniej jest ocenić. Sam Habilitant szacuje swoje zaangażowanie w powstanie każdej z tych publikacji na 20%, jednak powinniśmy tu raczej polegać na oświadczeniach współautorów. Zgodnie z informacją udzieloną przez Andrew Yaffe (kierującego zespołem badającym wielkoskalową geometrię i topologię Wszechświata w danych Plancka) dr Bielewicz był autorem wszystkich wyników dotyczących topologii otrzymanych metodą dopasowanych okręgów, stanowiących ważną część obu publikacji i wchodził w skład grupy kilku uczonych w zespole Plancka zajmujących się tą tematyką. Sam dr Yaffe ocenia własny wkład do tych prac na poziomie 25%, w dokumentacji znalazły się również oświadczenia trzech innych członków tej wąskiej grupy, których wkład sumuje się łącznie do ok. 50%, zatem wkład dr Bielewicza na poziomie 20% wydaje się prawdopodobny i, co ważniejsze, jest on dobrze określony. Przedstawione do oceny osiągnięcie spełnia zatem podstawowe wymogi formalne, a dokumentacja dotycząca postępowania habilitacyjnego jest kompletna.

Zagadnienia badawcze podejmowane przez dr. Bielewicza w przedstawionym cyklu prac dotyczą globalnej geometrii Wszechświata, czyli jego topologii. Chociaż najprostsze modele czasoprzestrzeni Wszechświata zakładają globalną izotropię i topologię jednopójną, co zgadza się z obserwacjami, ciągle możliwe są odstępstwa od izotropii wynikające z wielospójnej topologii. Zgodnie z ogólną teorią względności, te same lokalne geometrie mogą bowiem odpowiadać przestrzeniom różnym w dużych skalach. Pierwotnie zasada poszukiwania śladów nietrywialnej topologii w danych obserwacyjnych opierała się na badaniu warunków brzegowych mogących wpływać na zaburzenia prowadzące do powstania struktury we Wszechświecie, co mogłoby się przejawiać w postaci wzorców w rozkładach galaktyk. Ze względu na odległość do powierzchni ostatniego rozproszenia, badania fluktuacji promieniowania tła wydają się szczególnie obiecującym podejściem do badania topologii Wszechświata. Pierwsze próby tego rodzaju podjęto z wykorzystaniem danych z satelitów COBE i WMAP wykrywając pewne odstępstwa od statystycznej izotropowości w dużych skalach kątowych, mogące świadczyć o wielospójnej topologii Wszechświata. Trzeba jednak pamiętać, że anomalie te mogą być również spowodowane błędami systematycznymi związanymi z emisją naszej Galaktyki lub niedokładną kalibracją map.

W pracach, które weszły w skład dzieła habilitacyjnego Kandydat przedstawił wyniki badań najciekawszej interpretacji tych anomalii: jako będących śladem wielospójnej topologii Wszechświata. W pracy P1 rozważał wyjaśnienie w ten sposób jednej z anomalii, polegającej na współosiowości kwadrupolowego i oktopolowego momentu rozkładu map promieniowania tła w bazie harmonik sferycznych. Pozostałe prace poświęcone są opracowaniu i zastosowaniu tzw. metody dopasowanych okręgów do poszukiwania śladów nietrywialnej topologii w mapach promieniowania. Prace P2 i P4 dotyczą zastosowania tej metody do analizy map anizotropii temperatury z satelitów WMAP i Planck, natomiast prace P3 i P5 rozszerzają tę metodę na mapy polaryzacji promieniowania tła i przedstawiają wyniki jej zastosowania do danych z Plancka oraz pierwsze wynikające stąd ograniczenia na topologiczne własności Wszechświata.

W pracy P1 Kandydat wykorzystał nowoczesną metodologię polegającą na użyciu tzw. multipolowych wektorów, które ze względu na niezależność od stosowanego układu współrzędnych są szczególnie użytecznym narzędziem do badania statystycznej

izotropowości map promieniowania tła. W badaniach tych wykorzystane zostało oprogramowanie do testowania anomalii stworzone wcześniej przez Habilitanta w trakcie przygotowywania rozprawy doktorskiej. Najciekawszym wynikiem tej pracy było stwierdzenie, że dane nieznacznie preferują Wszechświat o wielospójnej topologii trójwymiarowego torusa, jednak hipoteza jednospójnego Wszechświata nie może być jednoznacznie odrzucona.

W pracach P2-P3 Habilitant wykorzystał i twórczo rozwinął metodę tzw. dopasowanych okręgów opierającą się na spostrzeżeniu, że w przypadku wielospójnego Wszechświata w ciągu jego istnienia światło może obieć Wszechświat wzdłuż niektórych kierunków więcej niż raz. Wzdłuż par okręgów będących przecięciami domeny fundamentalnej z powierzchnią ostatniego rozproszenia możemy wówczas obserwować np. tę samą anizotropię promieniowania tła w różnych kierunkach. W pracy P2 metoda została zastosowana do map anizotropii temperatury, a w pracy P3 rozszerzona na mapy anizotropii polaryzacji promieniowania tła.

Wykorzystane w tych pracach oprogramowanie do wyznaczania statystyki dopasowanych okręgów zostało napisane przez Habilitanta, a następnie przetestowane przy pomocy symulowanych map wysokiej rozdzielczości również stworzonych samodzielnie. Warto dodać, że ze względu na konieczność dostępu do dużej mocy obliczeniowej zostało ono przystosowane przez Autora do uruchamiania na superkomputerach na wielu procesorach równoległe. Ze względu na wymagania obliczeniowe analiza danych z satelity WMAP została ograniczona do poszukiwania okręgów położonych antypodalnie, co jednak wciąż dopuszcza szeroką klasę modeli. Analiza pozwoliła na nałożenie najsilniejszych ograniczeń na topologie przewidujące pary antypodalnych okręgów we wszystkich kierunkach, a słabsze w przypadku okręgów tylko w niektórych kierunkach. Analiza danych dla anizotropii temperatury z satelity WMAP nie ujawniła żadnej istotnej korelacji par okręgów antypodalnych o promieniu większym niż 10 stopni, co pozwoliło nałożyć dolne ograniczenie na rozmiar domeny fundamentalnej o wartości ok. 28 Gpc. W pracy P3 analiza została ograniczona do symulacji, gdyż dane WMAP dla polaryzacji okazały się zbyt zaszumione. Wykazano jednak, że anizotropia polaryzacji powinna znacznie lepiej nadawać się do badania topologii Wszechświata, gdyż jej sygnał w wielospójnym Wszechświecie ulega znacznie mniejszemu osłabieniu niż to ma miejsce w przypadku temperatury.

W pracach P4 i P5 metody te zostały zastosowane do danych z satelity Planck, odpowiednio do analizy anizotropii temperatury i polaryzacji. Otrzymane ograniczenia na rozmiar okręgów i domeny fundamentalnej okazały się podobne jak w przypadku satelity WMAP, a nawet nieco słabsze, jednak analiza została tu przeprowadzona bardziej restrykcyjnie. Oczekiwania związane z wykorzystaniem polaryzacji nie potwierdziły się ze względu na konieczność użycia w tym przypadku danych z mniejszego obszaru nieba.

Podsumowując, uważam, że cykl prac przedstawionych przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe zawiera szereg interesujących wyników, które wnoszą istotny wkład do badań nad topologią Wszechświata. Nie ulega wątpliwości, że dr Bielewicz jest bardzo dobrym specjalistą w dziedzinie badań promieniowania tła. Za najważniejsze wyniki uznaję wykazanie, że przynajmniej co do zasady, anizotropia polaryzacji umożliwia otrzymanie silniejszych ograniczeń na topologię niż anizotropia temperatury oraz podanie dolnego

ograniczenia na rozmiar domeny fundamentalnej w szerokiej klasie modeli z wielospójną topologią. Najciekawszym i zaskakującym wynikiem jest uzyskanie statystycznej preferencji dla Wszechświata o wielospójnej topologii trójwymiarowego torusa w pracy P1. Trzeba przyznać, że tematyka badawcza podejmowana przez Kandydata stanowi nieco poboczny nurt prowadzonych obecnie badań kosmologicznych, także jeśli chodzi o misję Planck, której głównym celem było dokładne wyznaczenie parametrów kosmologicznych. Warto jednocześnie zauważyć, że badania te mają duży potencjał jeśli chodzi o przełomowe odkrycia, a znalezienie dowodu na to, że topologia Wszechświata jest wielospójna niewątpliwie miałyby taką rangę. Na razie jednak wynik tych badań pozostaje negatywny, a oddźwięk w społeczności naukowej niewielki. Pierwszoautorskie prace Kandydata P1-P3 zostały do tej pory zacytowane w literaturze zaledwie 45 razy (wg ADS, bez autocytowań), chociaż powstały już kilka lat temu. Prace P4-P5 jako publikacje kolaboracji Planck spotkały się z większym zainteresowaniem (odpowiednio 83 i 39 cytowań, bez autocytowań).

Ocena istotnej aktywności naukowej

W swoim dotychczasowym dorobku Habilitant posiada łącznie 114 publikacji recenzowanych (wg bazy ADS na dzień 18 marca 2019 r.), z których znakomita większość ukazała się w renomowanych czasopismach już po uzyskaniu stopnia doktora. W większości są to wieloautorskie publikacje kolaboracji Planck, gdzie dr Bielewicz jest jednym z ponad 200 autorów. Wszystkie prace jego współautorstwa były cytowane w literaturze ponad 26 tys. razy. Tylko w sześciu publikacjach recenzowanych dr Bielewicz pojawia się jako pierwszy autor, jednak biorąc pod uwagę zaangażowanie w pracę dużego zespołu, nie jest to zły wynik. Prace pierwszoautorskie Habilitanta, włącznie z tymi sprzed doktoratu, zyskały do tej pory łącznie ok. 220 cytowań, co również jest niezłym wynikiem jak na ten etap kariery. Pewien niepokój budzi jednak fakt, że ostatnia pierwszoautorska praca Kandydata (nie włączona do dzieła habilitacyjnego) pochodzi z 2013 roku, a więc już sprzed 6 lat, co wskazuje na spadek tego rodzaju aktywności publikacyjnej w ostatnim okresie.

W ramach swojej działalności naukowej Kandydat brał udział w kilku sieciach naukowych, oprócz tych związanych z zespołem Planck uczestniczył w sieci CMBNet finansowanej przez UE, a od 2015 r. jest uczestnikiem projektu Euclid. Nie można jednak pominąć faktu, że Habilitant nie kierował dotąd żadnym projektem badawczym. Nie udało mu się uzyskać finansowania dla własnych pomysłów badawczych, ani stworzyć choćby niewielkiego zespołu pod swoim kierunkiem. Budzi to wątpliwości odnośnie samodzielności Kandydata, który doktorat uzyskał już 13 lat temu, a także rodzi pytanie o jego przyszłość naukową po zakończeniu współpracy z zespołem Plancka.

Dr Bielewicz wielokrotnie wygłaszał referaty na seminariach i prezentował swoje wyniki na międzynarodowych konferencjach, również jako referaty zaproszone. Sam także uczestniczył w organizacji spotkania „Planck Joint Core Meeting” w Trieście w 2014 r. Jako członek zespołu Plancka jest laureatem nagrody fundacji Grubera za 2018 r. Jest recenzentem artykułów naukowych dla wiodących czasopism astrofizycznych, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society oraz Astronomy & Astrophysics. Habilitant może się także poszczycić znacznym dorobkiem dydaktycznym. W latach 2000-2004 jako doktorant prowadził ćwiczenia do wykładów z analizy matematycznej i metod numerycznych dla

studentów Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. W latach 2013-2015 podczas pobytu w SISSA wygłaszał wykłady dla doktorantów na temat obserwacji promieniowania tła. Latem 2016 roku sprawował opiekę naukową nad studentką w ramach wakacyjnego programu studenckiego w Centrum Astronomicznym PAN. W latach 2013-2016 był promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim F. Bianchiniego w SISSA. Stosunkowo niewielki jest dorobek popularyzatorski Habilitanta: wygłosił tylko dwa wykłady popularne i napisał jeden artykuł dla czasopisma „Delta”.

Podsumowując, uważam, że zarówno osiągnięcie naukowe, jak i całokształt dorobku dr. Pawła Bielewicza spełniają ustawowe i zwyczajowe wymogi stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego, opowiadam się zatem za jego nadaniem.



Warszawa, 20 marca 2019 r.

Prof. dr hab. Ewa L. Łokas