

DR MARIUSZ TARNOPOLSKI OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO I DOROBKU NAUKOWEGO

Dane podstawowe

Dr Mariusz Tarnopolski jest absolwentem Uniwersytetu Jagiellońskiego, gdzie w roku 2012 otrzymał stopień magistra astronomii na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej.

Stopień **doktora nauk fizycznych z wyróżnieniem** otrzymał w roku 2018. po przedstawieniu rozprawy:

Chaotic rotational dynamics of Hyperion

napisanej pod kierunkiem prof. Zdzisława Goldy.

Odbył staże podoktorskie:

- Uniwersytet Jagielloński (2010 – 2021)
- Uniwersytet Mikołaja Kopernika (2022 do teraz)
- Uniwersytet Mikołaja Kopernika: Kierownik projektu NCN Sonata

co wyczerpuje warunki Ustawy.

Habilitant jest współautorem 36 artykułów recenzowanych, cytowanych w sumie 379 razy ($H=12$). Jeśli podzielić liczbę cytowań przez liczbę autorów każdej z prac otrzymujemy $h=10$. Niewielka różnica pomiędzy tymi wartościami oznacza duży indywidualny wkład Habilitanta.

Ocena osiągnięcia naukowego

„Określenie liczby klas rozbłysków Gamma przy pomocy wnioskowania statystycznego”

Osiągnięcie naukowe jest cyklem pięciu artykułów (oznaczanych H1 – H5):

- H1: Tarnopolski, M., *Analysis of the duration-hardness ratio plane of gamma-ray bursts using skewed distributions*, ApJ, 870:105 (2019a)
- H2: Tarnopolski, M., *Multivariate Analysis of BATSE Gamma-ray Properties Using Skewed Distributions*, ApJ, 887:97 (2019b)
- H3: Tarnopolski, M., *Can the cosmological dilation explain the skewness in the gamma-ray burst duration distribution*, ApJ, 897:77 (2020)
- H4: Tarnopolski, M. i Marchenko, V. *A Comprehensive Power Spectral Density Analysis of Astronomical Time Series. II. The Swift/BATSE Long Gamma-Ray Bursts*, ApJ, 911:20 (2021)
- H5: Tarnopolski, M. *Graph-based clustering of gamma-ray bursts*, A&A, 657, A13 (2022)

Prace cyklu łączy przedmiot i cel badań, którym jest przede wszystkim **statystyczna** analiza obserwowanych w różnych okresach, przy pomocy różnych teleskopów, próbek populacji **Błysków**

Promieniowania Gamma (GRB). Kluczowe pytanie tych dociekań to: czy GRB dzielą się tylko na *krótkie* i *długie*, czy też jest (są) jeszcze jakieś inne składowe tej populacji (**H1, H2**)

Astrofizyczne aspekty dociekań, z początku zepchnięte na drugi plan, w późniejszych pracach cyklu znajdują pełniejsze odbicie (**H3, H4, H5**)

Omówienie prac należących do Osiągnięcia

- **H1** (cyt. 31) To statystycznie wyrafinowana analiza rozkładu GRB w płaszczyźnie $\log T_{90} - H_{32}$ (strumień energii versus twardość widma) Autor używa modeli z 2 lub 3 składowymi asymetrycznymi. Stosuje kryteria Akaikego (AIC) oraz Bayesowskie (BIC) dla wybrania statystycznego modelu najlepiej pasującego do danych, którym okazuje się dwuskładnikowy model oparty na rozkładzie Studenta. Nie ma potrzeby wprowadzania trzeciej klasy GRB którą można traktować jako związaną ze skrajnymi wartościami parametrów modeli o dwóch składowych.
- **H2** (cyt. 17) Ta praca stanowi kontynuację **H1** w oparciu o analizę głównych składowych rozkładu (Principal Component Analysis, **PCA**). Jak już pokazano w pracy Bagolego (1998) zwiększenie próbki o tysiąc późniejszych błysków obserwowanych przez BATSE nie zmienia wartości PC_1 i PC_2 i należy do nich 91.3% rozbłysków, a dodanie PC_3 obejmuje w sumie 96.3% danych. Autor bada model dwuwymiarowy używając różnych kombinacji czterech rozkładów asymetrycznych. Kryteria AIC i BIC wskazują na model 2ST, czyli obie składowe modelowane są rozkładem Studenta. Potwierdza to wyniki **H1**: nie ma potrzeby wprowadzania klasy błysków o pośrednim czasie trwania
- **H3** (cyt. 5) Idea tego podejścia (mierzone lokalnie tempo rozbłysków proporcjonalne do tempa powstawania gwiazd) pojawia się już w pracy Bagolego et al. (1998) oraz Huji et al. (2009a), przy czym w tej ostatniej przeprowadzona jest wstępna analiza statystyczna wykazująca różne liczby klas błysków zależnie od próbki danych. Podejście Habilitanta jest statystycznie bardziej wyrafinowane, ale opiera się (moim zdaniem) na zbyt uproszczonych założeniach. Moje wątpliwości budzą następujące aspekty rozumowania:
 1. Normalizacja ϕ : GRB mogą zachodzić także w galaktykach niskiej jasności. Normalizacja powinna dotyczyć GRB, a nie galaktyk i wobec tego $e(z)$ powinno wiązać się z obserwowalnością GRB. Tę należałoby określić uwzględniając fakt, iż promieniowanie od dalszych GRB dociera do kanałów o niższej energii, przy dużych z może w ogóle nie być rejestrowane.
 2. Istnieją *obserwacyjne* oceny tempa tworzenia gwiazd sięgające $z > 6$ (np: Bouwens i in., 2011, Nature, 469, 504 i późniejsze publikacje), które należało wykorzystać. Co więcej wynika z nich, że mierzone lokalnie tempo tworzenia gwiazd było w przeszłości o rząd wielkości wyższe z maksimum przy $z \approx 2$
- **H4** (cyt. 37) W tej pracy (będącej kontynuacją artykułu Tarnopolski et. al. (2021) badana jest zmienność czasowa GRB, co stanowi zupełnie odmienne podejście od wcześniejszych prac *Osiągnięcia*. Fizyczny argument wynika z faktu, że przy niesferycznym rozbłysku można będzie zaobserwować quasi-okresowe oscylacje strumienia energii (**QPO**) związane z ruchem źródła wokół czarnej dziury lub gwiazdy neutronowej, co odpowiada zjawisku SN Ic. Dla *długich* błysków nie zaobserwowano QPO, natomiast dla *krótkich* wykryto 34 wcześniej

nieznane źródła QPO - wzrost o czynnik wielkości. To ważny rezultat wprowadzający nową metodę badania GRB, jak widać przynoszącą cenne wyniki.

- **H5** (cyt. 7) Artykuł przedstawia zastosowanie *grafów* do badania populacji GRB i ich podziału na klasy. Podstawowym parametrem jest tu średniokwadratowa odległość d pomiędzy wszystkimi parami rozbłysków w przestrzeni $\mathcal{A} - \mathcal{H}$. Para źródeł w odległości $d < \beta d$, gdzie β jest rzędu jedności, stanowi parę "sąsiadów". W uproszczeniu wszyscy sąsiedzi stanowią graf. Na płaszczyźnie $\mathcal{A} - \mathcal{H}$ grafy tworzą skupiska. Jeśli ograniczyć się do grafów zawierających w sumie 90% wszystkich par, otrzymamy zależne od postaci funkcyjnej $f(d)$ projekcje różne dla różnych f . Inni autorzy używają większej liczby parametrów (np wartość strumienia energii w dyskretnych momentach czasu)

Teoria grafów opisana w skrócie w **H5** jest skomplikowana i nie jestem w stanie docenić jej zalet w porównaniu z naiwną metodą nanoszenia na diagram punktów odpowiadających poszczególnym rozbłyskom w postaci wielokątów o pewnym rozmiarze. Te wielokąty też będą się grupowały i tworzyły zagęszczenia. Manipulując ich rozmiarem można uzyskać efekt ich "zlewania się" na obszarze, gdzie gęstość przekracza pewną wartość.

Być może nie doceniam jakichś dodatkowych charakterystyk populacji wynikających z zastosowania grafów, ale ostateczny wynik **H5** jest niekonkluzywny: Istnienie trzech klas rozbłysków nie daje się wykluczyć, ale też nie ma przesłanek potwierdzających istnienie większej ich liczby.

Osiągnięcie jest zbiorem pięciu artykułów poświęconych charakterystyce GRB, ze szczególnym naciskiem na określenie liczby klas tych zjawisk. Wyniki tych prac są ważne z punktu widzenia analizy GRB. Rozbłyski Gamma są wciąż nie w pełni zrozumianym zjawiskiem astronomicznym więc wyniki te mają też znaczenie w szerszym kontekście.

Oświadczenie współautora pracy **H4** pokazuje, iż jego wkład do jej powstania był istotny (podstawy metody badania krzywych zmian blasku GRB), ale nie dominujący. Pozostałe prace mają tylko jednego autora. Nie ma więc wątpliwości, że *Osiągnięcie* jest autorstwa Habilitanta.

Liczba cytowań prac *Cyklu*: $31+17+5+37+7=97$ (ADS 20.07.2024) jest niezależnym kryterium jego oceny. Moim zdaniem wskazuje na szerokie odbicie się jego rezultatów w społeczności astronomów. (Tego nie należy porównywać z wynikami innych postępowań habilitacyjnych, gdzie [niektóre] prace stanowią efekt współpracy w ramach tzw Kolaboracji.)

Ocena pozostałego dorobku naukowego i aktywności naukowej

Pozostały dorobek naukowy Habilitanta składa się z 16 artykułów recenzowanych i jest szeroko cytowany (por. *Dane podstawowe*).

Jeszcze przed doktoratem Habilitant opublikował dwa artykuły poświęcone GRB i ta tematyka stanowi główny wątek jego badań. W ramach doktoratu zajmował się ewolucją i stabilnością orbit małych ciał Układu Słonecznego, a ostatnio rozkładem materii w lokalnym Wszechświecie, co znacząco urozmaiciło jego warsztat naukowy.

Większość opublikowanych przez Habilitanta artykułów ma tylko jednego autora. Zawsze podkreślałem, że dorobek oparty na własnym wkładzie (a nie członkostwie w "Wielkich Kolaboracjach") jest wartością samą w sobie i tutaj mamy znakomity tego przykład.

Z drugiej strony rozwój kariery naukowej we współczesnym świecie wymaga posiadania odpowiednio wysokich wartości parametrów typu współczynnik Hirscha H . Być może dołączenie do

jakiegoś wielkiego zespołu byłoby celowe.

Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Habilitant prowadził ćwiczenia i wykłady w latach 2012 – 2024 na Uniwersytecie Jagiellońskim oraz Uniwersytecie Mikołaja Kopernika. Jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim Klaudii Kowalczyk na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika, gdzie był również opiekunem jej pracy magisterskiej.

Habilitant jest kierownikiem projektu NCN Sonata (10/2022 – 10/2025) o imponującym funduszu 1 117 770 PLN. Zatrudnia 2 osoby.

Współorganizował dwie konferencje międzynarodowe i jedną krajową. Dwukrotnie był wykładowcą międzynarodowych szkół letnich.

Ocena bieżącej i przyszłej działalności naukowej

Habilitant zajmuje się od niedawna analizą zmienności czasowej aktywnych jąder galaktyk (AGN). Ma to dobre umotywowanie w literaturze przedmiotu gdzie postulowano iż typ zmienności może nałożyć ograniczenia na dopuszczalne modele fizyczne zjawisk. Zaawansowane metody statystyczne stosowane przez Tarnopolskiego być może wzmocnią te ograniczenia, ale to sprawa przyszłości. Udokumentowanym niedawnym rezultatem prac Habilitanta jest natomiast modelowanie rozkładu materii w lokalnym Wszechświecie (Tugay i Tarnopolski, 2023) oraz badanie związków pomiędzy kształtem krzywej zmian blasku GRB a czasem jego trwania (Tarnopolski, 2021). Powyższe przykłady to dowód na znaczące rozszerzenie tematyki i metodyki podejmowanych prac.

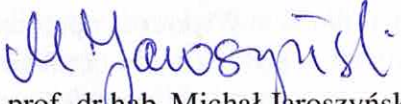
Konkluzja

Stwierdzam, iż dr Mariusz Tarnopolski:

1. Posiada stopień doktora (Art 219.1.1)
2. Przedstawił osiągnięcie naukowe w formie zgodnej z Art. 219.1.2b stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej
3. Wykazał się istotną aktywnością naukową, w co najmniej dwóch różnych instytucjach naukowych (Art. 219.1.3)

Tym samym uważam, że jego *Osiągnięcie naukowe* oraz pozostały dorobek spełniają ustawowe i zwyczajowe kryteria ubiegania się o stopień doktora habilitowanego i wnioskuję o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania.

Warszawa, 22 lipca 2024 r.


prof. dr hab. Michał Jaroszyński