

Recenzja pracy doktorskiej Pani magister Anny Barnackiej pt.:

"Detection techniques for the H.E.S.S. II telescope, data modelling of gravitational lensing and emission of blazars in HE-VHE astronomy"

Zainteresowania naukowe mgr. Anny Barnackiej dotyczą różnych aspektów jednej z najszybciej rozwijających się gałęzi współczesnej astrofizyki, której głównym celem jest zrozumienie procesów wysokich energii w źródłach kosmicznych. Doktorantka jest przykładem popularnego ostatnio typu wszechstronnego naukowca którego zainteresowania dotyczą metod i technik obserwacyjnych, procesu analizy danych z urządzeń badawczych a także ich interpretacji teoretycznej. W szczególności rozprawa doktorska Anny Barnackiej stanowi podsumowanie Jej działalności w zakresie opracowania triggera drugiego poziomu dla dużego teleskopu obserwatorium H.E.S.S., analizy danych w zakresie gamma blazara PKS 1510-089 oraz interpretacji uzyskanych wyników, obserwacji efektów ogniskowania grawitacyjnego w zakresie gamma oraz ich konsekwencji kosmologicznych. We wszystkich tych tematach doktorantka uzyskała interesujące wyniki które w większości zostały już opublikowane w czasopiśmie recenzowanych. Pozytywnie zadziwia różnorodność tematów które podjęła doktorantka w swojej rozprawie doktorskiej. To połączenie różnorodności zainteresowań naukowych doktorantki oraz bardzo dobrego przyjęcia jej wyników badań w środowisku naukowym wyróżnia rozprawę doktorską Anny Barnackiej spośród innych prac w tej dziedzinie.

Pierwszy rozdział rozprawy poświęcony jest opracowaniu przy współ-udziale mgr. Barnackiej triggera drugiego poziomu dla dużego teleskopu systemu H.E.S.S II. Celem tego triggera jest ograniczenie tła nocnego nieba i tła od hadronów w dużym teleskopie, pracującym w trybie pojedynczego teleskopu. Głównym wkładem doktorantki było opracowanie algorytmu ograniczającego tło hadronowe. Symulacje kaskad inicjowanych w atmosferze Ziemi przez fotony o relatywnie niskich energiach (poniżej ~ 60 GeV) tworzą obrazy pęków których odległości centrum (ang. Center of gravity - COG) od kierunku na źródło mają małą wartość ($< 1^\circ$). Ta cecha pozwoliła mgr. Barnackiej znacznie ograniczyć triggerowanie teleskopu przez pęki hadronowe o $\text{COG} > 1^\circ$. Wykorzystując symulacje Monte Carlo, mgr. Barnacka analizuje możliwości dużego teleskopu. Określa wydajność rejestracji fotonów niskich energii przez duży teleskop pracujący w zakresie energii poniżej 60 GeV, powierzchnię efektywną teleskopu i prawdopodobieństwo rejestracji fotonów gamma. Rozdział zawiera także jasny opis elektronicznej realizacji algorytmu w postaci triggera drugiego poziomu dla dużego teleskopu. Opracowanie i konstrukcja triggera drugiego poziomu stanowi cenny wkład doktorantki do współpracy H.E.S.S. umożliwiając wkrótce przeprowadzenie pomiarów emisji gamma ze źródeł w zakresie energii aż do około ~ 20 GeV przy użyciu teleskopów naziemnych.

Zasadniczą część drugiego rozdziału stanowią wyniki przeprowadzonej przez mgr. Barnacką analizy danych z satelitów INTEGRAL i Fermi oraz teleskopów H.E.S.S. dotyczących blazara PKS 1510-089. Źródło to należy do rzadkiej grupy blazarów typu FSRQ z którego oprócz silnej emisji w zakresie GeV obserwuje się także emisję rozciągającą się aż do zakresu TeV. Wyniki dotyczące zmienności emisji PKS 1510-089 w zakresie GeV i TeV są przedstawione na Rys. 2.4 a otrzymane widma na Rys. 2.7 i 2.8. Niepokoi mnie nieco Rys. 2.7. Przedstawione na nim dopasowanie widma potęgowego do uzyskanych wyników obserwacji w zakresie TeV jest dla mnie niezrozumiałe ponieważ wszystkie punkty pomiarowe (z wyjątkiem pierwszego) znajdują się powyżej prostej dającej według autorów najlepsze dopasowanie ? Po-

mało-masywnych czarnych dziur we wszechświecie. Mgr. Barnacka wykorzystała publicznie dostępne dane widmowe dla 20 błysków gamma obserwowanych przez detektor Fermi-GBM dla których znane są odległości. Ogniskowanie promieniowania błysków gamma przez czarne dziury powoduje efekt wzmocnienia (osłabienia) emisji w zależności od masy obiektu zwartego. Mgr. Barnacka poszukiwała efektów modulacji emisji w widmach błysków gamma nie stwierdzając ich istnienia. Na tej podstawie doktorantka określiła górną granicę na gęstość pierwotnych czarnych dziur we wszechświecie na poziomie kilku procent gęstości krytycznej (Rys. 5.10). Uzyskany wynik wskazuje, że obiekty zwarte nie mogą być odpowiedzialne za obecność ciemnej materii we wszechświecie. Metoda zastosowana w pracy pozwoli w nadchodzących latach znacznie poprawić ten wynik wraz z gromadzeniem nowych danych przez satelitę Fermi.

Podsumowując wyniki naukowe przedstawione przez mgr. Barnacką w rozprawie doktorskiej zasługują na bardzo wysoką ocenę. Zostały one udostępnione społeczności naukowej w 4 pracach opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Doktorantka ma istotny wkład w opracowanie oprogramowania do dużego teleskopu systemu H.E.S.S. Uzyskała interesujące wyniki analizując dane dla blazara PKS 1510-089 i podając ich prawdopodobną interpretację. Pokazała, że zjawisko ogniskowania grawitacyjnego w zakresie emisji gamma z odległych źródeł może dostarczyć ważnych informacji dotyczących cech emisji z blazarów oraz konstrukcji na występowanie obiektów zwartych we wszechświecie. Uważam, że wyniki przedstawione w rozprawie doktorskiej Anny Barnackiej lokują ją w zakresie 20% najlepszych prac doktorskich z którymi miałem do czynienia i dlatego praca ta moim zdaniem zasługuje na wyróżnienie.

Większość moich negatywnych uwag dotyczy raczej drobniejszych błędów językowych, edytorskich i drukarskich, które w nieznacznym stopniu mają wpływ na ogólną bardzo pozytywną ocenę rozprawy. Niektóre przedstawienia graficzne są niezupełnie zrozumiałe. Np. na Rys. 1.15 i 1.16 warto byłoby wskazać co oznaczają kolory (zielony i czerwony). Z Rys. 1.16 wynikałoby, że trigger nie zadziała w przypadku pozytywnego sygnału z 3 małych teleskopów i dużego. Czy rzeczywiście tak jest skonstruowany trigger koincydencji? Napotyka się braki w wyjaśnieniu używanych symboli, np. "I" i problem z definicją powierzchni poniżej Rów. 1.10, brak opisu $Li_2(-b)$ w Rów. 2.25, brak wyjaśnienia "n" w Rów. 1.6, w Rów. 2.6 powinna być jasność torusa (L_{DT}) a nie jasność dysku (L_d), w Rów. 2.10 nie zgadza się wymiar, itd...

Stwierdzam, że praca w pełni spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim i stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. Annę Barnacką do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Włodzimierz Bednarek

prof. dr hab. Włodzimierz Bednarek

Lódź, 30 Styczeń 2013