

Ocena osiągnięcia naukowego „Scenariusze z egzotycznymi osobliwościami jako modele Wszechświata z dynamiczną ciemną energią” dr Tomasza Denkiewicza w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie fizyka

Dr Tomasz Denkiewicz ukończył studia fizyki z tytułem magistra w roku 2004 na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Uniwersytetu Szczecińskiego. W latach 2004-2006 był doktorantem w Instytucie Fizyki uniwersytetu w Rostocku. W tym instytucie obronił pracę doktorską dotyczącą modeli kosmologicznych w roku 2007. Od 2007 roku pracuje w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Szczecińskiego. Poza tym miał pobyty naukowe we Francji związane z energetyką jądrową oraz krótkie wizyty do uniwersytetu w Glasgow oraz uniwersytetu w Porto powiązane z badaniami w dziedzinie modeli kosmologicznych.

Badanie modeli kosmologicznych i ich konfrontacja z danymi obserwacyjnymi jest główną dziedziną badań dr Denkiewicza. Przedstawione osiągnięcia naukowe H1-H9 stanowią cykl prac dotyczących osobliwości kosmologicznych i ich obserwacyjnej weryfikacji. Temat osobliwości kosmologicznych pojawił się na początku lat osiemdziesiątych wraz z teorią inflacji, która wprowadziła do kosmologii nowe formy materii z niestandardowymi równaniami stanu. W pracy Barrow, Galloway i Tipler w 1986 r. zauważono, że dotychczasowy pogląd dotyczący osobliwości w rozwiązaniach równań Friedmanna jest słuszny tylko przy założeniu, że ciśnienie jest ograniczoną funkcją czasu. Odkrycie w 1998 r. przyspieszonego rozszerzania Wszechświata wskazywało na dominującą rolę ciemnej energii. Z tego też powodu badanie niestandardowych form energii i materii w równaniach Friedmanna wzbudziło duże zainteresowanie. Wobec nieznanego rzeczywistego równania stanu wiążącego gęstość i ciśnienie można też traktować równania Friedmanna jako układ równań, którego równanie stanu jest konsekwencją. Zwykle osobliwości kosmologiczne pojawiają się jako konsekwencje egzotycznych form materii (lub energii). Takie podejście pojawia się w pracy Barrowa z 2004 r. oraz w H1 „Barotropic index w-singularity in cosmology”, M.P. Dąbrowski, T. Denkiewicz, Phys. Rev. D79, 063521 (2009). Jest to najczęściej cytowana praca dr T. Denkiewicza (99 cytowań wg. Google Scholar). Zakładając, że zależność od czasu czynnika skali jest w postaci sumy potęg i wstawiając to założenie do równań Friedmanna T. Denkiewicz otrzymał liniowe równanie stanu, w którym barotropowy indeks w skończonym czasie osiąga wartość nieskończoną. Możliwość takiej osobliwości nie została zauważona wcześniej przez autorów, którzy sklasyfikowali możliwe osobliwości rozwiązań równań Friedmanna. T. Denkiewicz wskazał również, że takie w-osobliwości mogą powstawać w modelach lagrangowskich np. w f(R)-grawitacji. W pracy H2, H. Ghodsi, M. A. Hendry, M.P. Dąbrowski, T. Denkiewicz „Sudden future singularity models as an alternative to dark energy?” zbadano ogólny model nagłych przyszłych osobliwości Barrowa (2004) pod kątem jego zgodności z danymi obserwacyjnymi. Wzięto pod uwagę przesunięcie podczerwone SNe, oscylacje barionowe (BAO) oraz kosmiczne promieniowanie podczerwone (CMB). Parametry modelu Barrow porównano z danymi obserwacyjnymi. Otrzymano dobrą zgodność z BAO. Pozostałe dane obserwacyjne sugerują, że możemy w chwili obecnej być w epoce odległej od czasowej osobliwości Barrowa. Praca H3 „Cosmological tests of sudden future singularities” Phys. Rev. D85, 083527 (2012) z odwróconą kolejnością autorów w porównaniu z H2 w znacznym stopniu powtarza cel pracy H2. W pracy H3 podano jednak dokładniejszą analizę równań oraz przebadano na podstawie danych obserwacyjnych ocenę wykładnika m w proponowanym rozwiązaniu Barrowa. Wykładnik m musi być nie mniejszy niż 0.72, co oznacza ujemną wartość ciśnienia (wykluczając tym samym ekspansję z modelu pyłu Einsteina-de Sittera). Dr T. Denkiewicz przyznaje, że jego udział w pracy H2 był tylko 10%