

podczas gdy w pracy H3 ( w której przeprowadził obliczenia analityczne i numeryczne) 60%. Praca (jednoautorska) H4 "Observational constraints on finite scale factor singularities" JCAP07(2012),036 dotyczy porównania z obserwacjami modelu osobliwości skończonego czynnika skali (FSFS) na podstawie tych samych danych obserwacyjnych które badane były w modelu nagłych przyszłych osobliwości. W modelu osobliwości FSFS gęstość energii oraz ciśnienie dążą do nieskończoności w pewnej chwili  $t_s$  chociaż czynnik skali pozostaje skończony (i różny od zera). Okazuje się, że takie osobliwości pojawiają się w modelach  $f(R)$ -grawitacji, modelach z polami skalarnymi a nawet w kwazi-klasycznym przybliżeniu do grawitacji pętlowej. Dr T. Denkwicz rozszerza badania z pracy Barrow i Lip z 2009 r., w której autorzy badają klasyczną stabilność względem niezmienniczych względem cechowania niejednorodnych perturbacji modelu FSFS opartego na reprezentacji czynnika skali w postaci sumy potęg parametru skali z wspomnianej wcześniej pracy Barrow, Galloway, Tipler.

T. Denkwicz bada zgodność ewolucji przewidzianej przez model SFS z obserwacjami supernowych oraz skalą czasu z obserwacji BAO. Na podstawie analizy perturbacji przeprowadzonej przez Barrow i Lip otrzymuje parametry mierzalne w fluktuacjach CMB. Autor otrzymuje rezultat, że osobliwość w odległej przyszłości ( $10^9$  lat) z modelu SFS nie jest sprzeczna z danymi obserwacyjnymi oraz że FSFS model przy odpowiednim doborze parametrów jest zgodny z obecnymi danymi obserwacyjnymi dla modelu  $\Lambda$ CDM. Praca H5 „Density perturbations in a finite scale factor singularity universe” Phys.Rev.D86,023522(2012) A. Balcerzak, T. Denkwicz, rozszerza wyniki z pracy H4 poprzez analizę równań Mukhanowa dla zaburzeń kosmologicznych. T. Denkwicz zauważa, że przy dopuszczalnych przybliżeniach układ tych równań sprowadza się do jednego równania, które rozwiązuje numerycznie. Porównując wyniki numeryczne z danymi obserwacyjnymi (parametr przesunięcia CMB, BAO i SNIa) dochodzi do wniosku, że obecne dane obserwacyjne (zgodne z modelem  $\Lambda$ CDM) nie pozwalają też wykluczyć modelu osobliwości skończonego czynnika skali. W pracy H6 „Redshift drift test of exotic singularity universes” Phys.Rev.D89,083514(2014) T. Denkwicz, M.P. Dąbrowski, C.J.A.P. Martins, P.E. Vielzeuf, modele osobliwości skończonego czynnika skali (FSFS) oraz nagłej osobliwości (SFS) są konfrontowane z obserwacjami dryfu podczerwonego (Sandage, 1962). Mając jawną postać czynnika skali przedstawioną wzorem Barrow, Galloway, Tipler można wyliczyć przesunięcie ku czerwieni dla dwóch różnych czasów (dryf). Obserwacje dryfu podczerwonego są obecnie przygotowywane przez kilka zespołów astrofizyków. Dr T. Denkwicz w H6 dyskutuje możliwość przetestowania modeli SFS i FSFS na podstawie dryfu podczerwonego wynikającego z tych modeli. Wyróżnia dwa zakresy parametrów: pierwszy, dla którego wyniki są bliskie standardowego modelu  $\Lambda$ CDM, drugi, który wskazywałby na osobliwą ewolucję obecnego Wszechświata. W pracy H7 „Variations of the fine-structure constant  $\alpha$  in exotic singularity models” M.P. Dąbrowski, T. Denkwicz, C.J.A.P. Martins P.E. Vielzeuf“ rozważana jest możliwość, że osobliwości w modelach SFS i FSFS mogą występować jednocześnie z zmiennością stałej struktury subtelnej  $\alpha$ . W tym celu rozważa się sprzężenie standardowego Lagrangianu pola elektromagnetycznego do pola skalarnego i szuka rozwiązań na czynnik skali w postaci Barrow, Galloway, Tipler. Pokazano, że z równań można wyeliminować pole skalarnie, tak że możliwe osobliwe zachowanie czynnika skali nie zależy od dynamiki pola skalarnego. W pracy wykorzystuje się niezwykle precyzyjne astrofizyczne pomiary stałej struktury subtelnej. Rezultaty zależą od parametru sprzężenia pola skalarnego z Lagrangianem pola elektromagnetycznego. Z tego powodu na podstawie obecnych danych obserwacyjnych trudno jest rozstrzygnąć czy stała struktury subtelnej może zależeć od czasu. W pracy H8 „Dark energy and dark matter perturbations in singular universes” JCAP(2015),037 T. Denkwicz stosuje równania Mukhanova, Feldmana, Brandenburgera dla zaburzeń kosmologicznych zastosowane do ciemnej materii i ciemnej energii w rozszerzającym się Wszechświecie z SFS albo FSFS.