
Streszczenie

(Abstract in Polish)

Grawitacja przyciągała ciekawość ludzkości od wieków. Jest ona jedną z czterech znanych podstawowych sił natury i główną przyczyną powodującą spadanie jabłek, krążenie Ziemi wokół Słońca i formowanie się wielkoskalowej struktury we Wszechświecie. Izaak Newton dokonał rewolucji w naszym rozumieniu grawitacji, co umożliwiło wyjaśnienie ruchu planet wokół Słońca. Kolejny kamień milowy został postawiony przez Alberta Einsteina, który przedstawił Ogólną Teorię Względności (OTW). Wyraża ona grawitację jako podstawową właściwość czasoprzestrzennej struktury kosmosu. Naturalnym zastosowaniem OTW było zbudowanie modelu całego Wszechświata umożliwiającego zrozumienie jego ewolucji. Najczęściej akceptowany model Wszechświata potwierdzony obserwacjami to model Λ CDM (zimnej ciemnej materii ze stałą kosmologiczną, ang. Lambda Cold Dark Matter). Wyjaśnia on rozszerzający się Wszechświat jak również formowanie się i ewolucję wielkoskalowej struktury Wszechświata. Chociaż model Λ CDM jest spójny z obserwacjami, nie jest on wolny od pewnych wyzwań i rozbieżności. Potrzeba wyjaśnienia natury ciemnej energii i ciemnej materii, przyspieszająca ekspansją Wszechświata i rozbieżności w oszacowaniach niektórych parametrów kosmologicznych (jak np. rozbieżności parametrów σ_8 czy stałej Hubble'a) stawiają pytania dotyczące poprawności modelu Λ CDM i wskazują na potrzebę dokładnego przetestowania modelu w skalach kosmologicznych.

Jednym z wielu różnych sposobów testowania modelu kosmologicznego jest wykorzystanie promieniowania mikrofalowego tła w połączeniu z obiektami próbkującymi wielkoskalową strukturę takimi jak galaktyki, gromady galaktyk, kwazary itp. W tej rozprawie skupiam się na badaniu korelacji wzajemnej między potencjałem soczewkującym promieniowania tła, oszacowanym z map anizotropii promieniowania, a fotometrycznymi przeglądami galaktyk. Przeglądy galaktyk są narażone na kilka błędów systematycznych, które mogą zmienić obserwowany rozkład źródeł ze zmierzonymi przesunięciami ku czerwieni i spowodować нефizyczną zmienność gęstości rozkładu galaktyk na niebie. W rozprawie badam wpływ różnych efektów systematycznych na pomiary korelacji wzajemnej między soczewkowaniem grawitacyjnym promieniowania tła a fotometrycznymi przeglądami galaktyk i na oszacowane z pomiarów parametry kosmologiczne, w szczególności obciążenie rozkładu galaktyk względem ciemnej materii (ang. galaxy bias), amplitudę korelacji wzajemnej lub parametr σ_8 .

Fotometryczne przesunięcia ku czerwieni galaktyk są obarczone błędami, które w ogólności poszerzają kształt i zmieniają medianę przesunięć ku czerwieni rozkładu galaktyk. Przesunięcia ku czerwieni galaktyk są również błędnie oszacowane z powodu tzw. katastrofalnych błędów, które zmieniają rozkład galaktyk z fotometrycznymi przesunięciami ku czerwieni. Z drugiej strony, błędy systematyczne takie jak fotometryczne błędy kalibracji, które powstają wskutek fluktuacji limitu jasności pozornej przeglądów, prowadzą do нефizycznej zmienności gęstości galaktyk w obszarze przeglądu. W rozdziale 3 badam wpływ tych błędów systematycznych na oszacowanie korelacji wzajemnej między potencjałem soczewkującym promieniowania tła zmierzone przez satelitę *Planck* a fotometrycznymi katalogami galaktyk z *Herschel* Extragalactic Legacy Project.

Przyszłe przeglądy galaktyk będą pokrywać większe obszary nieba i będą głębsze w jasności pozornej, zatem będą również obserwować większą liczbę galaktyk niż poprzednie przeglądy. Te własności nadchodzących przeglądów umożliwią nam analizę korelacji wzajemnej dla galaktyk w określonych przedziałach przesunięć ku czerwieni. Takie tomograficzne pomiary korelacji wzajemnej pozwolą nam odwzorować ewolucję parametrów kosmologicznych i przetestować poprawność modelu kosmologicznego przy różnych przesunięciach ku czerwieni. Jednakże, tomograficzne pomiary są obciążone dodatkowym błędem systematycznym powstającym wskutek błędnego przyporządkowania źródeł do przedziałów przesunięć ku czerwieni z powodu błędów fotometrycznie wyznaczonych przesunięć ku czerwieni. Problem ten jest analizowany w rozdziale 4. Z pomocą pakietu symulacji Monte Carlo przeglądu galaktyk Rubin Observatory Legacy Survey of Space and Time (LSST) i map potencjału soczewkującego dla danych z satelity *Planck* badam w nim dokładnie jak rozproszenie obiektów między przedziałami przesunięć ku czerwieni wpływa na wnioskowanie oparte na analizie tomograficznej korelacji wzajemnej i przedstawiam sposób na uniknięcie tego wpływu za pomocą formalizmu macierzy rozpraszania. Proponuję tam i przedstawiam testy nowej i szybkiej metody oszacowania macierzy rozpraszania, która jest szczególnie dobrze dostosowana do analizy nadchodzących dużych przeglądów galaktyk. W rozdziale 5 przedstawiam również zastosowanie macierzy rozpraszania do tomograficznej analizy korelacji wzajemnej katalogu galaktyk z Dark Energy Spectroscopic Instrument Legacy Imaging Survey i map potencjału soczewkującego dla danych z satelity *Planck*.

Zbiór badań przedstawionych w tej rozprawie pokazał (i) sposoby na zmniejszenie wpływu różnych błędów systematycznych na pomiary korelacji wzajemnej między potencjałem soczewkującym promieniowanie mikrofalowe tła a katalogami galaktyk z fotometrycznie zmierzonymi przesunięciami ku czerwieni, (ii) że w przypadku przeglądu LSST obciążenia w analizie tomograficznej, z powodu błędnego przyporządkowania obiektów do przedziałów przesunięć ku czerwieni, są rzędu wielkości jednego standardowego odchylenia dla amplitudy korelacji wzajemnej i parametru σ_8 , (iii) że aby uniknąć obciążenia w analizie tomograficznej konieczne jest użycie zaproponowanej metody wykorzystującej macierz rozpraszania, która we właściwy sposób bierze pod uwagę błędne przyporządkowanie obiektów do przedziałów przesunięć ku czerwieni.