

**«6D060400 - Физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін ұсынылған
Мусатаева Асем Болатбековнаның
«Космологиялық параметрлерін параметрлеу және күңгірт энергия мен
модификацияланған гравитация модельдеріне бақылау шектеулері»
тақырыбындағы диссертациясына ғылыми кеңесшінің
ПІКІРІ**

А.Б.Мусатаеваның «Космологиялық параметрлерін параметрлеу және күңгірт энергия мен модификацияланған гравитация модельдеріне бақылау шектеулері» тақырыбындағы диссертациясы $f(Q)$ және $f(T, T_G)$ модификацияланған гравитация теорияларының космологиялық аспектілерін зерттейді. $f(Q)$ симметриялы телепараллельді гравитация теориясы жалпы салыстырмалылық теориясының симметриялы телепараллельді эквиваленті болып табылады, онда гравитация метрикалық емес Q скаляры арқылы сипатталады. Космологиялық параметрлерін параметрлеу әдісі және параметрдің дәрежелі моделін қолдана отырып, ғаламның кеш уақыттағы эволюциясын, ғаламның үдемелі ұлғаюы түсіндіріледі. $f(T, T_G)$ гравитация теориясы телепараллельді гравитацияның кеңейтілген түрі болып табылады, онда бұралу скалары және Гаусс-Бонне терминінің телепараллельді эквиваленті қолданылады.

Зерттеу өзектілігі. Қазіргі заманғы космологияда бақылау аспектісі өте маңызды болып табылады. Жаңа бақылау құралдарының енгізілуі космологтарды гравитациялық теорияларды қайтадан бағалау қажеттілігіне әкелді. Хабблдың ашылуымен Эйнштейннің жалпы салыстырмалық теориясындағы өріс теңдеулерінен космологиялық тұрақтыны алып тастауға мәжбүр болды. 1998 жылы Ia типті асқын жаңа жұлдыздардың жарылыстарын бақылау ғалымдарды ғаламның баяулап ұлғаюы туралы болжамнан бас тартуға мәжбүр етті. Сол уақыттан бері бариондық акустикалық тербелістер, ғарыштық микротолқынды фондық сәулелену және ауқымды масштабтық құрылымдар сияқты көптеген өлшемдер ғаламның үдемелі ұлғаюына дәлелдер ұсынды. Сондықтан, ғаламның теориялық космологиялық моделін әзірлеуде бақылау деректерін қосу өте маңызды. Ғаламның үдемелі ұлғаюы қазіргі заманғы космологияның негізгі ерекшелігі болып табылады. Ол жаңа құрамды қосу арқылы немесе өріс теңдеулерінің энергия-моментум тензоры бөлігіне кейбір өзгерістер енгізу арқылы сипатталуы мүмкін. Қазіргі астрономиялық деректерге қайшы келмейтін әр түрлі гравитацияның модификацияланған теориялары шеңберінде ғаламның жаңа космологиялық параметрі модельдерін алу. Бұл зерттеулерде күңгірт энергия табиғатынан бастап гравитацияның модификацияланған теорияларына дейін ғаламның әртүрлі аспектілерін зерттеу үшін әртүрлі параметрлер модельдері алынды.

Диссертацияның мақсаты: $f(Q)$ және $f(T, T_G)$ модификацияланған гравитация теориялары аясында ғаламның кеш уақыттағы жеделдетілген кеңеюін сипаттайтын космологиялық модельдерді құрастыру және оларды бақылау деректерімен салыстыру арқылы үдеудің мүмкін себептерін зерттеу.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

$f(Q)$ гравитациясы және $f(T, T_G)$ телепараллель гравитациясы теориясы негізінде космологиялық модель параметрлерін зерттеу, эффективті күй теңдеуі параметрін, Хаббл параметрін параметрлеу әдісі арқылы ғаламның эволюциясын түсіндіру.

SNe-Ia, CMB, BAO және Хаббл өлшемдері сияқты космологиялық деректер жиынтығын пайдаланып, модельдің еркін параметрлерінің ең жақсы сәйкес мәндерін анықтау.

Космологиялық параметрлердің (баяулау параметрі, күй теңдеуі параметрі, энергия тығыздығы және изотропты қысым) қызыл ығысуға z байланысты өзгерістерін талдау.

Диссертацияның мақсатына жету үшін келесі негізгі талаптар орындалды: Модельді Хаббл параметрінің параметрлеуі арқылы талдап, ғаламның эволюциясын және оның үдемелі ұлғаюы зерттелді. Бұл модель космологиялық константаны қоспай-ақ ғаламның тарихын біріктіріп түсіндіре алатынын көрсетеді, бұл стандартты космологиялық моделінің кейбір мәселелерін шешуге бағытталған маңызды қадам. Хаббл параметрінің аналитикалық шешімі шығарылып, оны бариондық акустикалық тербелістер, ғарыштық микротолқынды фондық сәулелену және SNe Ia типті асқын жаңа жұлдыздарды бақылау деректер жиынтығымен шектелді. Монте Карло Марков тізбегі әдісінің қолданылуы модель параметрлерінің сенімді шектерін анықтауға мүмкіндік береді. Нәтижелер Λ CDM моделімен салыстырылғанда модельдің бақылау деректерімен жақсы сәйкес келетінін көрсетеді. Модельдің телепараллельді гравитацияға негізделуі және Пуанкаре симметриясын қолдануы теориялық физикада жаңа көзқарас ұсынды. Бұл жалпы салыстырмалылық теориясына балама ретінде қарастырылды және бұралуға негізделген динамиканы зерттеуге мүмкіндік берді.

Теориялық және бақылаулық аспектілерді біріктіріп, гравитациясының космологиялық қолданыстары жан-жақты зерттелді. Эффективті күй теңдеуі параметрін параметрлеу модельді бақылау деректерімен салыстыруға ыңғайлы етеді. Статистикалық талдау үшін AIC және BIC критерийлері қолданылады, және оның нәтижесі модельдің бақылау деректерімен үйлесімді екенін растайды. Диагностикалық талдау модельдің квинтэссенция тәрізді сипатты көрсететінін растайды. Модельдің физикалық маңыздылығын және бақылау деректерімен үйлесімділігін күшейтеді. Модельдің Λ CDM-мен салыстырмалы талдауы оның стандартты космологияға жақындығын және одан ауытқуын анық көрсетеді. Энергия тығыздығы, қысым және энергетикалық шарттар сияқты физикалық параметрлердің графикалық талдауы нәтижелерді визуалды түрде түсінікті

етеді. гравитациясының космологиялық қолданыстарын зерттеуде маңызды үлес қосады. Дегенмен, модельдің физикалық интерпретациясын және оның Λ CDM-ге қатысты артықшылықтарын толығырақ талдау қажет. Болашақ зерттеулерде модельдің ерте ғаламдағы және Хаббл кернеуін шешудегі рөлін тереңірек зерттеу ұсынылады. Жалпы, мақалалар космология және модификацияланған гравитация саласындағы зерттеулер үшін маңызды және кейбір аспектілерді тереңдету ғылымға үлес қосады. Мақалалар сериясы бойынша диссертациясы барлық талаптарға сай және мақалалары Scopus базасына кіретін журналдарда жарияланған.

Мақалалардағы зерттеу нәтижелері мен қорытындылары бойынша А.Б.Мусатаеваның диссертациясы аяқталған зерттеу болып табылады және мақалалар сериясы бойынша диссертацияны қорғауға қойылатын талаптарға сәйкес келеді, авторы «6D060400 - Физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға лайықты деп есептеймін.

**«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті» КеАҚ
Жалпы және теориялық физика
кафедрасының профессоры, PhD**



Мырзакулов Н.А.

