

Цыба Петр Юрьевичтің
6D060400-Физика мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін
алуға ұсынылған диссертациясына «Жалпы және модификацияланған
гравитация теориясы шеңберінде космологиялық модельдерді зерттеу»
диссертациялық жұмысының

АННОТАЦИЯСЫ

Диссертация тақырыбының өзектілігі. Соңғы он жылдың ішінде әсіресе қазіргі кездегі алынған көптеген бақылаушылық мәліметтеріне сүйеніп космология үлкен белсенділікпен шарықтауда. Соңғы кездегі космостық микротолқындық сәулеленуді бақылаулар ерте Ғаламның инфляциясының бар екендігі мен Ғаламның үдемелі ұлғаюы дәлелденді. Сонымен қатар Ғаламның үдемелі ұлғаюы өте жаңа Ia түріндегі, Ғаланың ірімасштабты құрылымы, бариондық акустикалық тербелістермен және әлсіз линзалауды соңғы кездегі бақылаудың нәтижелерінде де келтірілген. Осы орайда 1998 жылы (С. Перлмуттер және А. Рисс) екі тәуелсіз топтың өте жаңа Ia түрін бақылауы бірінші рет жарқыраудың ара қашықтықтан ауытқуы көрсетіп, ол нақты айтқанда Ғаламның үдемелі ұлғаюы салдары ретінде түсіндірілді. Осы жақсы расталған бақылаулар мен Ғаламның үлкен масштабтарда біртекті және изотропты болады деген тұжырымы екеуі қосылып осындай аномалді әрекетті түсіндіруге қабілеті көптеген ұсыныстар туғызды.

Осындай космостық үдеуді түсіндіру жалпы салыстырмалы теория шеңберінде күңгірт энергия түсінігін енгізу немесе үлкен масштабтардағы модификацияланған теорияны енгізуге мүмкіншілік береді. Сондықтан үлкен масштабтарда Ғаламның үдемелі ұлғаюды теориялық тұрғыдан өте жақсы суреттейтін Фридман-Леметр-Робертсон-Уокер тендеулерінде теріс қысымды сұйықтықтың күңгірт энергиясын сипаттау үшін қолдану қажет болады. Осындай сұйықтықтың әрекетін бірнеше жолмен есептеуге болады: оң космологиялық тұрақты, скалярлы өріс, векторлы өріс, жалпы салыстырмалы теорияның модификацияланған гравитациясы немесе тағы да басқа әдістер. Эквивалентті күңгірт энергияның әрекеті және кеш уақытты Ғаламның үдемелі ұлғаюын амалға асыру қабілеті бар болған ЖСТ-ның мүмкін болған модификацияларына келетін болсақ, онда $f(R)$ теория гравитациясы деп аталушы ең танымал оның альтернативасы бола алады. Мұнда Гильберт-Эйнштейннің қарапайым әсерін Риччи скалярының жалпы функциясына жалпыландыру жасалынады. Сонымен қатар қисықтық инвариантының космологиялық шешімдерді бейнелейтін теорияларға алып келуші басқа ЖСТ-ның басқа да альтернативалары, мысалы, Гаус-Бонне инвариантынан тұратын теория.

Күңгірт энергияның осындай мәселелерін шешу үшін гравитация теориясының телепараллелі деп аталушы жалпыланған теориясы қарастырылған. Гравитация теориясының телепараллелінде гравитациялық әсерді түзу үшін Леви-Чивита байланыстылығының орнына Вейтзенбок байланыстылығын қолдану ұйғарылады. Мұндай жағдайда қисықтық инварианты жойылып кетеді

де, ширату скаляры нольге тең болмайды, себебі ширатудың сызықты мүшелерінен тұратын әсер эквивалентті ЖСТ теориясына алып келеді. Сонымен, гравитация теориясының телепараллелі қалыпты жағдайдағы ЖСТ-ны сипаттайтын ФЛРУ теңдеулеріне алып келеді. Күңгірт энергияны сипаттайтын гравитация теориясының телепараллелінің қозғалыс теңдеулерінің шешімі Ғаламның үдемелі ұлғаюына алып келеді. Сондай-ақ $f(R)$ теориясымен бірге күңгірт энергия кезеңдерін сипаттау қабілетіне ие гравитацияның $f(T)$ теориясы деп аталушы теория телепараллелінің кейбір жалпылануы ұсынылған. $f(T)$ теориясы гравитациясы шеңберіндегі көптеген жұмыстарда қарапайым космологиялық моделдер мен оның қасиеттері зерттелген және осындай мүмкіншіліктер талданған. $f(R)$ теориясының мақсаты күңгірт энергия кезеңдерін басқа өрістердің қатысуынсыз тек тәртіпті дәрежелі теңдеу болатын $f(R)$ теориямен салыстырғанда $f(T)$ теориясының гравитациялық өріс теңдеулері екінші тәртіпті болады, ол ЖСТ-сындағы гравитациялық толқындардың моделіне алып келеді. Сонымен қатар $f(T)$ теориясы гравитациясының себептілік мәселесі, инфляция, космологиялық қозулардың әрекеті, телепараллель теориясының біршама конформды симметриялары немесе локалді лоренц-инварианттылық теориясы сияқты басқа да теориялық аспектілері зерттелген.

Екінші жағынан, сондай-ақ спинорлы өрістің көмегімен күңгірт энергияны келтуі мүмкіндігі зерттелген. Осы орайда кез келген космологиялық шешім ЖСТ шеңберінде спинорлы өрістің сәйкес өзара әсерлесуші мүшелерімен немесе $f(R)$ теория сияқты жоғары тәртіп мүшелерімен реконструкциялануы мүмкін болатынын айта кету қажет. Онда космологиялық тарихты дирак өрісі сияқты дерек көзімен де сипаттауға болады. Сонымен қатар спинорлы өрісті инфляция моделдері, сондай-ақ күңгірт энергияның бірқанша белгілі моделдерін сипаттайтын – Чаплыгин газы түріндегі күй теңдеуіне ие болған квинтэссенция моделдері ұсынылған. Сондай-ақ нөлдік емес ширатулы гравитациялық теорияда спинорлы өрісті космологиялық шешім зерттелген.

Ғаламның ұлғаю тарихында екі сингулярлық кездеседі. Сингулярлықтың бірі үлкен жарылыс сингулярлығы, ал екіншісі соңғы сатыда пайла болатын соңғы уақытты сингулярлық немесе Big Crunch сингулярлық.

Аталған сингулярлықтардан арылу үшін түрлі космологиялық сценарийлерде циклдік Ғаламның, экиприотиялық Ғаламның, соққыланып тұрған Ғаламның моделдері ұсынылған.

Сондай-ақ циклдік Ғаламға түйіндік Ғалам жатады. Якоби және Вейерштрасс функцияларын пайдалан отырып циклдік Ғалам үшін біртекті және изотропты ФЛРУ кеңістігіндегі циклдік Ғалам үшін күй теңдеуі реконструкцияланған.

Жалпыланған күй теңдеуіне ие болған спинорлы өрісті гравитация теориясының және периодты және квазипериодты қасиеттерге ие болған космологиялық моделдердің модификацияланған телепараллелін зерттеу қажеттілігі келесі шарттармен түсіндіріледі:

Біріншіден, күңгірт энергия мәселесі бар. Бірқатар түрлі моделдер

заманауи Ғаламның үдемелі ұлғаюын сипаттайды. Дегенмен қазіргі кезде сол неме басқа бір моделдің пайдасына таңдау жүргізу мүмкін емес. Бұл жер жағдайында тікелей эксперименттік зерттеу жүргізу мүмкін еместігімен түсіндіріледі. Қазіргі таңда осы саладағы үміттеріміз астрономиялық бақылаулардың кейіншелікті дәлелдемелерімен байланысты болады. Осындай жағдайда заманауи Ғаламның үдемелі ұлғаюын сипаттайтын алуан-түрлі және қарапайым моделдердің кең шеңберде болуы кейіншелікті ең адекватты моделді таңдауға мүмкіндік береді. Гравитациялық теорияның модификацияланған телепараллелінің өріс теңдеулері туындылары екінші дәрежеден үлкен болмаған және онай талданатын космологиялық моделдерді алуға мүмкіншілік береді.

Екіншіден, күңгірт энергияны сипаттайтын космологиялық моделдер елеулі кемшіліктерге ие болады – оларда сингулярлық болады. Сондықтан осындай «объектілері» болмаған және Ғаламның эволюциясымен келісетін модель құру қажет болады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты және ғылыми нәтижелері.
Заттың жалпыланған күй теңдеуінің көмегімен Әлемнің кеңейтілген моделдерін құру.

Диссертациялық жұмыста алынған ғылыми нәтижелері

1. Эйнштейн гравитациясы классикалық моделі шеңберінде эффективті к-эссенциялы космологиялық моделі, күй теңдеулерінің периодты және квазипериодты параметрлеріне қасиеттерге ие болған фантомды жарылыс қиылысы моделі мен фантомды космологиялық моделдер зерттелген. Вейерштрастың эллиптикалық функциясы редукциясынан пайда болатын космологиялық моделдер зерттелген.

2. Ғаламның үдемелі ұлғаю процессін сипаттау үшін Вейерштрастың эллиптикалық функциясы Чаплыгин газы түріндегі күй теңдеуіне ие болған жалпыланған модель ретінде ұсынылған.

3. Спинорлы өрісті гравитация теориясының модификацияланған телепараллеліне негізделген космологиялық моделдер зерттелген. Чаплыгин газы түріндегі күй теңдеуіне ие болған спинорлы өрісінен, жалпыланған Чаплыгин газы және модификацияланған Чаплыгин газынан тұратын күңгірт энергияның космологиялық моделдері реконструкцияланған. Сонымен қатар Λ CDM-модель мен дәрежелі шешімге сәйкес келуші космологиялық шешімдердің реконструкциясы жасалынған.

4. f-эссенциялы $F(T)$ теория гравитациясы шеңберінде Нетер симметриясы әдісімен Ғаламның үдемелі ұлғаюын сипаттаушы космологиялық шешім алынған. Сәйкес келуші лагранжиан үшін векторлы өрістің симметрия генераторы мен сақталу заңы алынған.

Зерттеудің объектісі. Классикалық деңгейдегі Ғаламның эволюциясы.

Зерттеу пәні. Ғаламның күңгірт энергиясы дәуірін адекватты сипаттаушы материалмен гравитациялық теңдеулердің космологиялық шешімін іздеу.

Зерттеудің ғылыми жаңалылығы.

– Спинорлы өрісті гравитация теориясының модификацияланған телепараллелі моделі қарастырылған. Гравитация теориясының

модификацияланған телепараллель мүшесін әсерге анықтықпен таңдағанда спинорлы өріс күңгірт энергия кандидатының ролін атқаруы мүмкін болатыны көрсетілген.

– Чаплыгин газы, жалпыланған Чаплыгин газы және модификацияланған Чаплыгин газынан түрлеріндегі күй теңдеуіне ие болған космологиялық моделдері реконструкцияланған. Осындай күй теңдеулерні ие болған спинорлы өріс күңгірт энергия кандидатының ролін атқаруы мүмкін болатыны көрсетілген.

– Эйнштейн гравитациясы классикалық моделі қарастырылған. k -эссенция, фантомды және фантомды жарылыс қиылысы моделі шеңберіндегі периодты және квазипериодты параметрлеріне ие болған космологиялық моделдердің реконструкциясы жасалыған.

Зерттеудің міндеттері. Диссертациялық жұмыстың негізгі мәселелері келесілерден тұрады:

1. Жалпы салыстырмалы теория шеңберінде Ғаламның үдемелі ұлғаюын сипаттаушы космологиялық моделдерді алу. Моделдерді жалпыландыру ретінде Чаплыгин газы түріндегі Вейерштрастың эллиптикалық функциясы қарастыру.

2. Спинорлы өрісті гравитацияның модификацияланған теориясы шеңберінде жапыланған Чаплыгин газы және модификацияланған Чаплыгин газының Чаплыгин газы түріндегі күй теңдеуіне ие болған спинорлы өрістің күңгірт энергияға кандидат болла алатынын көрсету.

3. f -эссенциялы $F(T)$ теория гравитациясы шеңберінде Нетер симметриясы әдісімен Ғаламның үдемелі ұлғаюын сипаттаушы космологиялық шешім алу және сәйкес келуші лагранжиан үшін векторлы өрістің симметрия генераторы мен сақталу заңы алу.

Қорғауға шығарылған нәтижелері.

– Эффективті k -эссенциялы, фантомды жарылыс қиылысты және фантомды космологиялық моделді күңгірт энергияны сипаттаушы заттардың жалпыланған күй теңдеулеріне ие болған Әлемнің кеңейтілген моделдері жасалынған.

– Вейерштрастың эллиптикалық функциясы Чаплыгин газы түріндегі күй теңдеуіне ие болған космологиялық моделдердегі жалпыланған күй теңдеулері ретінде.

теориясына негізделген Чаплыгин газы түріндегі, жалпыланған Чаплыгин газы және модификацияланған Чаплыгин газынан тұратын күй теңдеулеріне бағынатын Ғаламның үдемелі ұлғаю процессін сипаттаушы космологиялық моделдер.

– f -эссенциялы модификацияланған телепараллель теориясына негізделген космологиялық моделдер мен олардың Әлемнің үдемелі ұлғаю процесін сипаттау мүмкіншілігіне ие болған шешімдері .

Алынған нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығы.

Диссертациялық жұмыс теориялық сипатқа ие. Оның нәтижелері күңгірт энергия модельдерін құруда және Әлемнің үдемелі ұлғаюын жанама түрде көрсете отырып замауни бақылау мәліметтерін кеңінен түсіндіру үшін

колданылады. Диссертацияда алынған дәл шешімдер заманауи космологияның одан әрі қарай зерттеулерінде пайдалануы мүмкін.

Сонымен қатар диссертациялық жұмыс нәтижелері «Физика» мамандығында білім алып жатқан магистранттар мен докторанттар үшін элективті курстар оқу үшін пайдалануға болады.

Ізденушінің қосқан жеке үлесі. Зерттеуді орындау барысында диссертант ғылыми кеңесшілерінің жетекшілігімен жұмыстың барлық деңгейлерінде тікелей қатынасып отырды, барлық есептеулерін жасады, табылған шешімдердің график кескіндерін жасады, мақаланы жариялауда жеке дайындады.

Диссертация нәтижелерінің апробациядан өтуі. Диссертациялық зерттеудің негізгі мазмұны келесі конференцияларда баяндалып талқыланды:

– Astrophysics, Gravity and Cosmology. I Eurasian International Conference. Astana, 2012;

– Заманауи физиканың өзекті проблемалары. ҚР ҰҒА академигі М. М. Әбділдиннің 75-жылдығына арналған Халықаралық ғылыми конференция, Алматы – 2013;

– Шоқан оқулары – 17. Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. Көкшетау – 2013;

– Ломоносов – 2013. Международная научная конференция студентов, магистрантов и молодых ученых. Астана – 2013;

– Ғылым және білім – 2013. Студенттер мен жас ғалымдардың VIII Халықаралық ғылыми конференциясы, Астана – 2013;

– Физика мен жаңа технологиялардың заманауи мәселелері. ҚР ҰҒА-ның академигі Н. Ж. Тәкібаевтың 70-жылдығына арналған халықаралық конференция, Алматы – 2014;

– Astrophysics, Gravity and Cosmology. II Eurasian International Conference. Astana, 2014;

– XIII International Conference on Mathematical Physics and Application. Istanbul. – 2015;

– Ғылым және білім – 2016. Студенттер мен жас ғалымдардың XI Халықаралық ғылыми конференциясы, Астана – 2016.

Зерттеудің нәтижелері Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті жалпы және теориялық кафедрасы мен Еуразия халықаралық теориялық физика орталығы семинарларында, сондай-ақ Фресно қаласындағы Калифорния мемлекеттік университетінің физика департаментінде талқыланды.

Жарияланымдар. Диссертациялық жұмыстың нәтижесі бойынша 15 жұмыс жарияланған болып, олардың ішінде: Thomson Reuters базасына енетін жоғары импакт-факторлы журналдарда 2 мақала; ҚР БЖҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған Қазақстан Республикасының мерзімдік баспаларында 5 мақала; 1 монография; 1 мақала шет елдік конференцияда (ТМД мемлекеттері емес) 4 мақала мен 2 тезис халықаралық ТМД мемлекеттері конференцияларында жарық көрген.

Журналдар импакт-факторы. Атап айтқанда докторант шет елдік

журналдарда 7, оның ішінде 5 мақала жоғары импакт-факторлы журналдарда жариялаған.

H-индекс және жұмыстардың сілтемелігі. Докторант Google Scholar және Thomson Reuters мәліметтер базасына сәйкес төмендегі кестеде келтірілгендей ғылыми метрикалық көрсеткіштерге ие.

Кесте – Ғылыми метрикалық көрсеткіштері

Мәліметтер базасы	H-индекс	Сілтемелігі
Google Scholar	5	173
Thomson Reuters	3	59

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытынды және 184 тізімнен тұратын қолданылған дерек көздерінен тұрады, 100 бетті компьютерлік текстiнен құралған болып, өз ішіне 20 сурет пен 2 кестені алады.