

«6D060400 – Физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысқа

АҢДАТПА

ЖАДЫРАНОВА АЛИЯ АМИРБЕКОВНА

КЕҢІСТІКТІК – УАҚЫТТЫҚ КӨП ТҮРЛІЛІК ҮШІН ӨРІС ТЕОРИЯСЫНЫҢ КЕЙБІР СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІНІҢ СИММЕТРИЯСЫН ЖӘНЕ ШЕШІМДЕРІН ЗЕРТТЕУ

Диссертациялық жұмыс кеңістіктік-уақыттық көп түрлілік үшін өріс теориясының кейбір сызықтық емес модельдерінің симметриясын және шешімдерін зерттеуге арналған.

Тақырыптың өзектілігі

Қазіргі уақытта кеңістіктік – уақыттық коллекторға арналған өріс теориясының сызықтық емес модельдерінің симметриясы мен шешімдерін зерттеу ғаламның қасиеттері мен эволюциясын зерттеуде жақсы жетістіктерге қол жеткізуде. Ғаламның өзгеру динамикасы физика мен астрономияның қызықты және тез дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады. Күнгірт энергия мен күнгірт материя арасындағы өзара әрекеттесудің ғаламның эволюциясына әсерін, әсіресе өзара әрекеттесудің әртүрлі формаларының космологиялық параметрлерге әсерін зерттеу үлкен қызығушылық тудырады. Ғаламның қазіргі үдемелі кеңеюін баротропты күй теңдеуін қанағаттандыратын теріс қысымды экзотикалық идеалды қара энергия сұйықтығымен түсіндіруге болады. Куат Заңының логарифмдік моделіндегі теріс қысым ғаламның көлемі белгілі бір мәннен асып кеткен кезде басым болады. Бұл сценарий логотропты қара энергия моделіне сәйкес келеді. Куат заңы бар логотропты қара энергия логотропты қара энергияға тең болатын режимдер бар. Өзара әрекеттесетін динамика күнгірт энергия мен күнгірт зат арасындағы энергия мен импульстік энергия тензорының үздіксіз алмасуын қамтиды. Қазіргі әлем жеделдетілген кеңею сатысында. Қазір мұндай кеңеюдің қайнар көзі ғалам үлкен теріс қысымға ие қара энергия деп саналады. Қазіргі космологияда күнгірт энергия моделін алу және ғаламның эволюциясының қазіргі кезеңдерін сипаттау үшін стандартты ауырлық теориясының әртүрлі жалпыланған модельдері қолданылады. Ғарыштық микротолқынды фондық сәулеленуді және жақсы жуықтаудағы ауқымды құрылымды бақылаулар біздің ғаламның ең үлкен масштабта біртекті және изотропты екенін болжайды, содан кейін ол кеңістіктік жазықтыққа жақын. Осы шақ әлемінің шағын масштабтағы сипаттамасын логарифмдік түзетілген куат заңы бар логарифмдік түзетілген сұйықтық тұрғысынан дебай жуықтауындағы күйдің логарифмдік түзетілген куат теңдеуін қолдану арқылы жасауға болады. Куат Заңы бойынша логарифмдік түзетілген сұйықтық изотропты деформациялардағы кристалды қатты заттарға ұқсас қасиеттерге ие, тіпті қысым теріс болған жағдайда

да. Бұл формализм модельді модельдеуге және кеш ғаламның жеделдетілген кеңеюін логотропты қара сұйықтық тұрғысынан түсіндіруге мүмкіндік береді.

Космологияның қазіргі стандартты моделі-модель Ғаламның эволюциясы мен мазмұнын тиімді түсіндіреді, оның көрінетін мазмұнына екі күнгірт секторды қосады: қара материя және қара энергия. Күнгірт материя галактикалар мен кластерлерді тұрақтандыруда шешуші рөл атқарады, ал күнгірт энергия соңғы уақытта ғаламның үдеуін сипаттау үшін қажет. Дегенмен, осы толықтырулар мен керемет күш-жігердің өзінде модель әлі де кездейсоқтық және космологиялық тұрақты мәселелер сияқты күрделі мәселелерден зардап шегеді. Сонымен қатар, физикалық фонға қатысты тағы бір мәселені анықтайтын өте жаңа мәселе бар – бұл шиеленіс. Шиеленіс ұғымы ерте өлшемдер мен Хаббл константасының кеш мәндерінің арасындағы айырмашылықты білдіреді. Ерте өлшемдер мен Хаббл константасының кеш мәндері арасындағы айырмашылықтың шынайы көзі әлі белгісіз. Шиеленісті шешуге тырысудың әділ саны Хаббл константасының шиеленісі тек статистикалық сәйкессіздік немесе артефакт емес, шын мәнінде физикалық ойлармен байланысты деген идеяға негізделген. Айта кету керек, бұл ғаламды түсінуге қалай қарсы тұратынын анықтауға бағытталған өте маңызды әрекеттерге қарамастан, мәселенің нақты шығу тегі туралы әлі де сенімді түсінік жоқ және әлі де көп жұмыс істеу керек. Бұл мәселені шешу үшін Байес Машиналық оқыту алгоритмі қолданылады. Байес Машиналық оқыту деректер мәселелерін жақсарту үшін модельге негізделген генеративті процестерді қолданады. Космологиялық сценарийді бақылау деректерімен шектеу модельдің қолданылуын немесе қолданылмауын бағалаудың негізгі құралы болып табылады. Құрылған модельдердің космологиялық және астрофизикалық сынақтардан өткендігін зерттеу және тексеру өте маңызды, әсіресе қазір әртүрлі бақылау миссиялары жұмыс істеп, көп деректерді ұсынады. Сонымен қатар, модель параметрлерін шектеу өте маңызды тиісті салдарды зерттеу үшін, өйткені фондық динамикаға шектеулер өзара әрекеттесетін қара энергияның табиғатын, құрылымын және болашақ сингулярлық мәселелерін түсіну үшін қажет. Осыған байланысты модельге тәуелсіз оқыту процедурасы арқылы қайта құруға мүмкіндік беретін әдістерді әзірлеу және қолдану, мысалы, тікелей жарияланған бақылаулар үлкен маңызға ие.

Космологиядағы осындай әдістердің ең танымал және кеңінен қолданылатын мысалдарының бірі-жалпы машиналық оқытуды космологияда, астрофизикада немесе талдау деректері шешуші болып табылатын ғылымның кез келген басқа саласында қалай қолдануға болатынын көрсететін машиналық оқытудың нақты алгоритміне негізделген Гаусс процестері.

Жақында күнгірт материя проблемасына және оның скалярлық-тензорлық теория шеңберіндегі мүмкін сипаттамасына байланысты скалярлық тендеулерге деген қызығушылық айтарлықтай өсті. Релятивистік кванттық механикалық жүйелердің нақты модельдерін құру үшін Клейн-Гордон-Фок тендеуінің дәл шешімдері қолданылады.

Жоғарыда аталған космологияның заманауи мәселелеріне сүйене отырып,
«КЕҢІСТІКТІК – УАҚЫТТЫҚ КӨП ТҮРЛІЛІК ҮШІН ӨРІС ТЕОРИЯСЫНЫҢ КЕЙБІР СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІНІҢ

СИММЕТРИЯСЫН ЖӘНЕ ШЕШІМДЕРІН ЗЕРТТЕУ» атты диссертациялық жұмысы симметрия мен сызықтық емес модельдердің Әлемнің құрылымдарының қалыптасуындағы және оның үдемелі кеңеюіндегі рөлін зерттеуге арналған.

Жұмыстың мақсаты

Тұтқыр сұйықтықпен логотропты модификацияланған модельді, ғаламның жеделдетілген кеңеюін түсіндіретін космологиялық $f(T)$ гравитациялық модельдерді, сондай - ақ кеңістіктік - уақыттық коллекторлық қозғалыс топтары үшін симметрия операторларын.

Зерттеу нысандары

Тұтқыр сұйықтығы бар логотропты модификацияланған модельдер, Бенгочи және Ферраро дәрежелі космологиялық моделі, Линдердің экспоненциалды космологиялық моделі, кеңістіктік-уақыттық әртүрлілік қозғалыс топтары үшін симметрия операторлары.

Зерттеу пәні

Күнгірт энергия күйінің теңдеуі, Хаббл параметрі, баяулау параметрі, күнгірт заттың тығыздығы, қызыл ауысу, космологиялық параметрлер.

Зерттеу әдісі

Дифференциалдық теңдеулерді шешудің аналитикалық және сандық әдістері, Байес Машиналық оқыту әдісі, максималды ықтималдылық әдісі, Монте-Карло әдісі, Куллбак-Лейблер әдісі, нейрондық желілер, терең ықтималдық оқыту, симметрия операторларының алгебрасы.

Жұмыстың мақсатына жету үшін келесідей **міндеттер** қойылды:

1 Көлемдік тұтқырлық болған кезде логарифмдік түзетілген күйдің модификацияланған қуат теңдеуін қолдана отырып, осы шақ әлемінің динамикалық эволюциясының сипаттамасы;

2 Байес машиналық оқытудың ықтималдық тәсілін қолдана отырып, $f(T)$ гравитацияға негізделген космологиялық модельдерді шектеу;

3 Кеңістіктік-уақыттық әртүрлілік қозғалыстар $r \leq 3$, G_3 тобының V_2 екі өлшемді ішкі кеңістігіндегі транзитивтілік жағдайында зарядталған сынақ бөлшегі үшін Клейн-Гордон-Фок теңдеуін зерттеу.

Диссертациялық жұмыстың **жаңалығы** мен ерекшелігі, **алғаш рет**:

1 Логарифмдік түзетілген дәрежелі модификацияланған күй теңдеуі негізінде көлемдік тұтқырлық болған кезде күнгірт энергия әлемінің моделі анықталды.

2 Байес машиналық оқытуды қолдана отырып, ауырлық күшіндегі шиеленіс мәселесінің шешімі табылды.

3 Транзитивтілік жағдайында сыртқы электромагниттік өрістегі зарядталған скалярлық сынақ бөлшегі үшін классикалық және кванттық қозғалыс теңдеулерінің симметрия операторларының алгебрасының бар болу шарттары табылды.

Қорғауға арналған негізгі тұжырымдар:

1) Логарифмдік түзетілген дәрежелі модификацияланған күй теңдеуі

біртекті және изотропты кеңістіктік-жазықтық кеңістігінде көлемдік тұтқырлық болған кезде, логотропты қара сұйықтық тұрғысынан кеш ғаламның үдемелі кеңеюін сипаттайды.

2) Байес машиналық оқыту ықтималдық тәсілін қолдана отырып, ауырлық күшіне негізделген космологиялық модельдерді шектеу ерте өлшемдер мен Хаббл константасының кеш мәндері арасындағы айырмашылық мәселесін шешеді.

3) Айнымалыларды толық бөлу әдісін қолдана отырып, Клейн-Гордон-Фок теңдеуі кеңістіктік-уақыттық әртүрлілік қозғалыстар G_3 тобының V_2 екі өлшемді ішкі кеңістігінде транзитивтілік жағдайында осьтік өрістің электромагниттік өріспен өзара әрекеттесуін дұрыс сипаттайды.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Диссертацияда алынған нәтижелер соңғы уақыттағы ғалам эволюциясының термодинамикалық аспектілерін, сондай-ақ жылу сәулеленуінің сингулярлықтың қалыптасуына әсерін зерттеуге айтарлықтай үлес қосады және ғарыштық микротолқынды фон мен бариондық акустикалық тербеліс деректерін түсіндіруде қолданылуы мүмкін. Қарастырылған көрсеткіштер космологияда, әсіресе ғалам эволюциясының алғашқы кезеңдерінде болатын процестерді зерттеуде және күнгірт материя мәселесін зерттеуде қызығушылық тудыратын осьтік өрістің электромагниттік өріспен өзара әрекеттесу модельдерін құруда қолданылуы мүмкін. Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі ең алдымен бақылау деректерімен үйлесімділікпен жақсы расталатындығымен анықталады. Сонымен қатар, нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі жоғары импакт-факторы бар шетелдік журналдарда, халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында және Қазақстан Республикасының уәкілетті органы ұсынған жарияланымдарда жарияланымдардың болуымен расталады:

Brevik I., Myrzakulov K., Zhadyranova A. et al. Viscous coupled fluids in terms of a log-corrected equation-of-state // International Journal of Geometric Methods in Modern Physics.– 2021.– Vol. 18, №12. – P. 2150198

Aljaf M., Elizalde E., Zhadyranova A. et al. Solving the H_0 tension in $f(T)$ gravity through Bayesian machine learning // The European Physical Journal C. – 2022.– Vol. 82, №12. – P. 1130

Obukhov V.V., Myrzakulov K.R., Guselnikova U.A., Zhadyranova A.A. Algebras of Symmetry Operators of the Klein–Gordon–Fock Equation for Groups Acting Transitively on Two-Dimensional Subspaces of a Space-Time Manifold // Russian Physics Journal.– 2021.–Vol. 64, №7.– P. 1320-1327.

Бахрам А.Ж., Жадыранова А.А. Хаббл шиеленісін тұтқыр қара сұйықтықты қолданып шешу // XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JANE BILIM - 2023» - 2023 - С. 72-76,

Өсербай Ж.Қ., Жадыранова А.А. $F(T)$ модельдерінің фондық динамикасын зерттеу үшін Байес машиналық оқытуды қолдану // XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JANE BILIM - 2023» -2023- С. 123-128,

Жадыранова А.А. Использование программного обеспечения Python в

космологии // Научный журнал «Доклады НАН РК» -2023 – Т. 346, № 2. – С. 5–18.

Қазіргі уақытта жұмыс іздеуші жариялаған жұмыс нәтижелері 6 тәуелсіз рефератталған басылымдарда келтірілген.

Автордың жеке үлесі

Автор диссертациялық жұмыстың барлық кезеңдеріндегі зерттеу жұмысына: сандық есептеулерге және зерттеу әдісін таңдап алу барысына түгелдей қатысты. Есептерді және нәтижелерді талқылау жетекшілермен бірлесіп жүргізілді.

Жарияланымдар

Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 6 баспа жұмысы жарияланды:

3 Web of Science (Clarivate Analytics) және Scopus халықаралық ақпараттық ресурсына кіретін импакт-факторы бар алыс шетел журналдарында; 2 Халықаралық ғылыми конференциялар материалдарындағы жұмыстар және 1 ҚР уәкілетті органы ұсынған басылымдардағы жұмыс.

Диссертациялық жұмыстың аппробациясы

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер келесідей конференциялар мен семинарларда баяндалды:

- Фресно қ., АҚШ Калифорния мемлекеттік университетінің Физика кафедрасының "кеңістіктік-уақыттық әртүрлілікке арналған өріс теориясының сызықтық емес модельдері" тақырыбындағы семинарында;

- Л. Н. Гумилев атындағы ЕҰУ ғылым онкүндігі аясында ұйымдастырылған семинарда: "кеңістіктік-уақыттық әртүрлілік үшін өріс теориясының кейбір сызықтық емес модельдерінің симметриясы мен шешімдерін зерттеу";

- қазақ-өзбек семинарында: "кеңістіктік-уақыттық әртүрлілік үшін өріс теориясының кейбір сызықтық емес модельдерінің симметриясы мен шешімдерін зерттеу";

- "GYLYMJANE BILIM-2023" студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясында (ЕҰУ, 2023).

Диссертациялық жұмыстың кейбір бөлімдері 2020-2022 жобасының аясында "солитондар теориясы шеңберінде күшті гравитациялық өрістердің интеграцияланған модельдерін зерттеу" және ЖТН: AP08052034

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 тараудан, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 19 сурет, 302 формула, 5 кесте, 234 әдебиеттер тізімі мен 116 бетті қамтиды.