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

АҢДАТПА

УМБЕТОВА ЖАНБАЛА СУНДЕТОВНА

МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ГРАВИТАЦИЯ ТЕОРИЯЛАРЫНДАҒЫ АНИЗОТРОПТЫ КОМПАКТТЫ ЖҰЛДЫЗДАР МОДЕЛЬДЕРІ

Диссертация модификацияланған гравитация теорияларында Ғаламдағы анизотропты компактты жұлдыздарды зерттеуге арналған.

Тақырыптың өзектілігі.

Астрофизика мен космология салаларының дамуы ғарыш пен оның жұмбақ компоненттерін жаңаша түсінуге алып келді. Соңғы жылдардағы зерттеулер мен жетістіктерге қарамастан, ғалымдар жұлдыздар мен оларға қатысты физикалық құбылыстар сияқты көптеген күрделі мәселелер шешімін таппай отыр. Ғаламдағы көрінетін жарықтың негізгі көзі ретінде жұлдыздарда жүретін ядролық синтез болады деп қарастырылады. Супернова жұлдыздардың жарылысы нәтижесінде компактты жұлдыздар түзіледі. Жұлдыз өзінің салмағының әсерінен, ішкі қысым гравитация күшіне қарсы тұра алмаған кезде коллапсқа ұшырайды. Нәтижесінде нейтрондық жұлдыздар, ақ ергежейлілер және қара құрдымдар сияқты компактты жұлдыздар пайда болады. Компактты жұлдыздар – бұл кіші радиусты, үлкен массалы және қарапайым жұлдыздарға қарағанда жоғары температураларға тәуелділігі аз құрылымдар. Соңғы онжылдықтарда гравитация теориялары компактты жұлдыздарды зерттеуге ерекше назар аударуда. Жұлдыздық эволюцияны, соның ішінде изотропты және анизотропты қысымдар арқылы зерттеу, нейтрондық жұлдыздардың тұрақты конфигурациялары арқылы жұлдыздың табиғаты, құрылымы, тұрақтылығы және өмірлік циклі жайлы толық ақпарат береді.

Бұл тақырыпқа қызығушылық – қараңғы материя мен қараңғы энергия табиғаты сияқты анықталмаған жұмбақтардан туындайды. Модификацияланған гравитация теориялары бұл құбылыстарды түсіндіруде балама көзқарас ұсынады және стандартты емес материя формаларын енгізбей-ақ сипаттама береді. Осындай теорияларда күшті гравитациялық өрістерге ие компактты жұлдыздарды зерттеу зертханалық жолмен жүзеге асыру мүмкін емес жағдайларда, болжамдарды эксперименттік түрде тексерудің бірегей мүмкіндігін береді.

Сонымен қатар, жұлдыз ішіндегі қысым анизотропиясын – радиалды және тангенциал қысымдардың арасындағы айырмашылықты ескеру, олардың теориялық моделдеуіне елеулі әсер етеді. Қысымның изотропиясының дәстүрлі болжамы шын мәнінде табиғи процестерді толық қамтымайды және нақты физикалық процестерді дәл сипаттамайды. Анизотропияны зерттеу жұлдыздардың ішкі құрылымы мен тұрақтылығын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Қазіргі астрономиялық жетістіктер, әсіресе гравитациялық толқындарды анықтау саласындағы жетістіктер, компактты жұлдыздар туралы кең және нақты деректер ұсынады. Гравитациялық толқындарды бақылаумен қатар, нейтрон жұлдыздарының ішкі зонды (NICER), жаңа буын интерферометрі (SKA) және экстремальды күйдегі материяға арналған ғарыштық обсерватория (eXTP) сияқты миссиялар арқылы жүргізілетін электромагниттік бақылаулар нейтрондық жұлдыздардың массасын, радиусын және инерция моментін жоғары дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді. Бұл деректер анизотропты модельдердің нақты астрономиялық бақылаулармен сәйкестігін тексеру үшін тәуелсіз ақпарат береді. Бүгінгі таңда өлшеулердің жоғары дәлдігі стандартты модельдерден аз ғана ауытқуларды да анықтауға мүмкіндік береді, бұл жаңа физикалық құбылыстарды ашуға және экстремалды жағдайларда гравитацияны тереңірек түсінуге жол ашады. Мұндай өлшеулер анизотропты модельдер мен модификацияланған гравитация теориялары аясында теориялық тұжырымдамаларды нақтылап, тексеруге көмектеседі.

Осылайша, модификацияланған гравитация теорияларындағы анизотропты компактты жұлдыздарды зерттеу гравитацияның іргелі заңдарын және Ғаламның құрылымын түсінуде маңызды серпіліс жасауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған теориялық физикадағы заманауи мәселелерді негізге ала отырып, «**Модификацияланған гравитация теорияларындағы анизотропты компактты жұлдыздар модельдері**» атты диссертациялық жұмыс модификацияланған гравитация теорияларында Ғаламдағы анизотропты компактты жұлдыздарды зерттеуге арналған.

Жұмыстың мақсаты

Күшті гравитация жағдайларындағы астрофизикалық құбылыстарды сипаттаудың теориялық негізін кеңейту мақсатында, модификацияланған гравитация теорияларының компактты жұлдыздық нысандардың құрылымына, қасиеттеріне және тұрақтылығына әсерін зерттеу.

Жоғарыда айтылған мақсатқа жету үшін келесі **міндеттер** қойылды:

1. Анизотропты компактты жұлдыздар үшін, заряд параметрін ескере отырып, жалпы салыстырмалық теориясында дәл шешім құру.

2. Модификацияланған $F(R)$ гравитациясы теориясының аясында энергия тығыздығы мен қысым таралуын талдаумен, анизотропты компактты жұлдыз модельдерін құру.

3. $F(\tilde{T})$ гравитациясында ширату мен электрлік зарядтың әсерін ескере отырып, анизотропты компактты жұлдыздардың модельдерін құру.

Зерттеу нысандары - модификацияланған гравитация теорияларындағы компактты астрофизикалық объектілер және олардың әрекеті.

Зерттеу пәні. Гравитациялық өріс теңдеулері, компактты объектілердің құрылымдық конфигурациялары, модельдердің тұрақтылығын талдау үшін Харрисон-Зельдович-Новиков критериі, Толман–Оппенгеймер–Волкофф теңдеуі арқылы тепе-теңдік күйін талдау, модельдердің физикалық орындалу мүмкіндігі және олардың негізгі физикалық сипаттамалары.

Зерттеу әдісі. Зерттелетін объектілердің қасиеттерін модельдеу үшін аналитикалық және сандық әдістер, метрикалық формализм, Дургапал–Фулория анзацы, Бухдал анзацы қолданылды. Сонымен қатар, теориялық болжамдары бар бақылау деректерімен салыстыру жүргізілді.

Диссертациялық жұмыстың жаңалығы, алғаш рет:

1. Заряд параметрінің негізгі сипаттамаларға әсері модельдің толық тұрақтылығын сақтай отырып зерттеліп, массивті компактты нысандарды сипаттауға мүмкіндік беретін, $B_0^2=\left(1+Sr^2\right)^2$, гравитациялық потенциалымен аналитикалық шешім алынды.

2. $F(R)$ гравитация теориясында анизотропты компактты жұлдыздар үшін гравитациялық өріс теңдеулерінің аналитикалық шешімі алынды және модель параметрлері тиісті бақылау деректерімен салыстырылып бағаланды.

3. Анизотропияны, ширату параметрін және заряд функциясын ескере отырып, $F(\tilde{T})$ гравитациясындағы анизотропты компактты нысан үшін өріс теңдеуі алынды, бұл осы нысандардың ішкі құрылымын дәлірек сипаттауға мүмкіндік береді.

Қорғауға арналған негізгі тұжырымдары:

1. Анизотропты компактты жұлдыз моделінде, радиалды электромагниттік өрісті ескере отырып, заряд параметрі E_0 -ді 0-ден $4\cdot10^{-6}$-ға дейін арттыру, орталық қысымның $1.136\cdot10^{35}$ Па-дан $6.350\cdot10^{34}$ Па-ға дейін төмендеуіне және жүйенің тұрақтылығын сақтай отырып, рұқсат етілген радиалды координатаның 0-ден 10 км-ге дейін артуына әкеледі.

2. α=11.112÷333.340, β=0.003÷0.090, γ=0.126÷0.327, δ=0.567÷0.697 параметрлер диапазонында экспоненциалды $F(R)=R+\alpha\left(e^{-\beta R}-1\right)$ және жалпыланған дәрежелі $F(R)=R-(1-\delta)\gamma^2\left(R/\gamma^2\right)^\delta$ модификацияланған гравитация теориясы модельдерінің алынған шешімдері компактты нысандар үшін себептілік шарттарын қанағаттандырады.

3. Модификацияланған телепараллель гравитация теориясында, $F(\tilde{T})=\zeta_1\tilde{T}+\zeta_2$ сызықтық функциясының ζ_1 бұралу параметрі 1.00-1.04 диапазонында артқан кезде, компактты жұлдыздың 9.31-10.83 км радиустарында максималды массасы 2.22 $M_\odot$-тен 2.68 $M_\odot$-ке дейін артады, ал инерция моменті $4\cdot10^{45}$ г·см^2-ге жетеді, ал жүйе тұрақты күйді сақтап, нейтрондық жұлдыздардың бақылау сипаттамаларына сәйкес келеді.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы.

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер заряд пен анизотропияны ескере отырып, компактты жұлдыздардың ішкі құрылымы мен физикалық қасиеттерін шынайы сипаттауға мүмкіндік беретін теориялық базаны кеңейтеді. Бұл нәтижелер компактты нысандардың эволюциясын модельдеуде және олардың галактикалар түзілуіндегі рөлін зерттеуде қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар алынған нәтижелер элементар бөлшектер физикасы және конденсацияланған күй физикасы сияқты іргелес салаларда да қолданылуы мүмкін. Бұл жұмыс бақылаулармен тексеруге болатын жаңа болжамдар жасауға және бақылау деректерін түсіндіруге септігін тигізеді.

Автордың жеке үлесі

Диссертациялық жұмыстың барлық көлемі және негізгі ғылыми нәтижелері тікелей автордың өзі тарапынан алынған. Сандық есептеулер мен графиктер автордың өз қолымен орындалған. Ғылыми міндеттердің қойылуы мен зерттеу әдістерінің таңдалуы ғылыми жетекшілермен бірлесе отырып жүргізілді.

Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі. Ғылыми нәтижелердің сенімділігі жоғары импакт-факторы бар шетелдік журналдарда жарияланған жұмыстарға шетелдік зерттеушілердің сілтемелері арқылы расталады.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланымдар.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бойынша барлығы 8 ғылыми мақала жарияланды. Олардың 6-ы жоғары импакт-факторлы шетелдік журналдарда жарық көрді. 1 мақала ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған басылымында және 1 жұмыс халықаралық конференцияда жарияланды.

1 Maurya S. K., Errehymy A., Singh K. N., Jasim M. K., Myrzakulov K., & **Umbetova Z.** Modeling self-bound binary compact object with a slow rotation effect and effect of electric field gradient on the mass-radius limit and moment of inertia //Journal of High Energy Astrophysics. – 2024. – Vol. 44. – P. 45-59.

2 Kumar J., Maurya S. K., Chaudhary S., Errehymy A., Myrzakulov K., & **Umbetova Z.** Physically viable and stable charged perfect fluid solution within F(Q) gravity // Physics of the Dark Universe. – 2024. – Vol. 46. – P. 101593.

3 Maurya S. K., Errehymy A., Daoud M., Myrzakulov K., & **Umbetova Z.** Effect of torsion and electric charge parameters on the configuration of anisotropic compact stars in f(T) gravity // Physics of the Dark Universe. – 2024. - Vol. 46. - P. 101586.

4 Kumar R., Maurya S. K., Errehymy A., Myrzakulov K., **Umbetova Z.**, & Pathak V. N. Anisotropic model of stellar objects in modified f(R) gravity // Chinese Journal of Physics. – 2024. – Vol. 92. – P. 1-22.

5 Kumar J., Maurya S. K., Kiroriwal S., Errehymy A., Myrzakulov K., & **Umbetova Z.** Dynamics of relativistic wormholes in the presence of dark matter density profile within f(Q, T) gravity // Physics of the Dark Universe. – 2024. – Vol. 46. – P. 101636.

6 Maurya S. K., Errehymy A., **Umbetova Z.,** Myrzakulov K., Ibragimov I., Dauletov A., & Rayimbaev J. Implication of f(Q, T) gravity on the formation of the charge compact stars and constraining their mass-radius relations in lower mass gap region // Journal of High Energy Astrophysics. – 2025. –Vol.47. - P. 100391.

7 Абдижалилова У.У., **Умбетова Ж.С.** Сфералық-симметриялық анизотропты жұлдыз үшін телепараллель гравитациясындағы f(τ) ширату скалярын анықтау // XXI Международная научно-практическая конференция «Молодежь, наука и инновации» – Актобе: Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, 2025 - С. 406-409.

8 **Умбетова Ж.С.,** Абдижалилова У.У. f(τ) - телепараллель гравитациясындағы анизотропты компактты жұлдыздардың эволюциясының динамикасы //Научный журнал «Доклады НАН РК» - 2025 – Т. 354, № 2. – С. 105-120.

Диссертациялық жұмыстың апробациясы

Диссертациялық жұмыстың ғылыми нәтижелері мен тұжырымдары келесі конференцияда талқыланды:

– «Жастар, ғылым және инновация» атты XXI халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, 14-сәуір 2025 ж.;

– Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ жалпы және теориялық физика кафедрасының ғылыми семинарларында.

Диссертация тақырыбының ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы.

Диссертациялық жұмыс келесі ғылыми жобалар аясында орындалды: ғылыми және ғылыми-техникалық жоба бойынша гранттық қаржыландыру 2024-2026 жж. ИРН: AP23487178 «Гравитацияның модификацияланған теорияларында Байестік машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып заманауи космологияның кейбір мәселелерін зерттеу» жобасы; «Жас ғалым» жас ғалымдарға арналған гранттық қаржыландыру 2025-2027 жж. ИРН: AP25794707 «Гравитация теориясы шеңберінде анизотропты шағын жұлдыздарды зерттеу» тақырыбындағы зерттеу.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден**,** 3 бөлімнен**,** қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 103 беттен тұрады, 41 сурет**,** 160 формула**,** 9 кесте және 150 атаудан тұратын әдебиеттер тізімін қамтиды.