«6D060300-Механика» мамандығы бойынша философия
докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысқа

АҢДАТПА

БИЖАНОВА САЛТАНАТ БАГДАТҚЫЗЫ

МАССАСЫ МЕН ӨЛШЕМІ АЙНЫМАЛЫ ӨСТІК СИММЕТРИЯЛЫ ДЕНЕНІҢ БЕЙСТАЦИОНАР ЦЕНТРЛІК ӨРІСТЕГІ ІЛГЕРІЛЕМЕЛІ-АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы.

Классикалық аспан механикасында нақты аспан денелері тұрақты массасы бар материалдық нүкте (сфералық симметриялы дене) арқылы модельденеді. Мұндай сипаттама нақты физикалық есептің мәнін адекватты түрде көрсетпейтін жағдайларда аспан денелері тұрақты көлемдегі, массасы және құрылымы өзгермеген қатты дене арқылы модельденеді. Кез келген қатты дененің қозғалысы теориялық механикадан белгілі болғандай, өзінің масса центрінің (инерция центрінің) ілгерілемелі қозғалысынан және инерция центрінің айналасындағы айналмалы қозғалысынан тұрады. Абсолютты қатты аспан денелерінің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының қазіргі теориясы классикалық және аспан механикасының, сонымен қатар космодинамиканың негізгі салаларының бірі болып табылады.

Өзара гравитацияланатын қатты аспан денелерінің ілгерілемелі-айналмалы қозғалыстарының теориясы – теориялық және аспан механикасының қазіргі ірі бөлімдерінің бірі. Оның ерекшелігі денелердің ілгерілемелі және айналмалы қозғалыстарының өзара әсерін ескере отырып қарастырылуында. Бұл теорияның негізгі мәселелерінің бірі – екі қатты дене қозғалысының мәселесі. Екі дене мәселесінің кеңістіктіктегі дербес шешімдерін алғаш Г.Н. Дубошин алған және олар «жебе», «қалтқы», «сырық» деп аталған. Ю.В. Баркин, С.Г. Журавлев, В.В. Видякин және Қазақстан ғалымдары Ж.С. Ержанов, А.А. Калыбаев, А.А. Баймухаметов және олардың шәкірттері аспан денелерінің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысы теориясын ауқымды түрде зерттеген.

Қазіргі бақылау астрономиясы нақты аспан денелерінің абсолютты қатты дене емес – олар бейстационар екендігін, олардың массалары, өлшемдері, пішіні және басқа да бірқатар физикалық сипаттамалары эволюция барысында уақыт өткен сайын өзгеріп отыратынын көрсетеді. Осыған байланысты бейстационар аспан денелерінің қозғалысының математикалық модельдерін жасау өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Жұлдыздардың ішкі эволюциясы теориясынан келесідей дамудың әртүрлі кезеңдерінде жұлдыздар айтарлықтай сығылады және созылады. Мысалы, қызыл алып сатысына өту кезінде жұлдыздардың өлшемдері массасына байланысты 10-100 есе өсуі мүмкін. Газдық немесе жұлдыздық

бұлттың аясында эволюцияланатын жұлдыздар шоғыры, тұтас алғанда пульсация күйінде болады.

Жұлдыздардың эволюциясын сипаттау үшін массаның өзгеруіне жұлдыздың (радиусының өзгеруі) реакциясын беретін, сипаттама функциясы енгізіледі. Жұлдыздың массасы өзгерген кездегі, оның өлшемінің өзгеруі зерттеледі. Масса, өлшем және пішіннің өзгеруі физикалық айнымалы жұлдыздар – пульсацияланатын жұлдыздарда айқын көрінеді.

Массаның диссипация мен тасымалдану, компоненттің пішіні мен өлшемдерінің өзгеру процестері тығыз қосарланған жүйелерде ерекше қарқынды түрде өтеді.

Бейстационар гравитацияланатын денелердің динамикалық әсерінің әртүрлі комбинациялары, мысалы, массаның, пішіннің, өлшемнің айнымалы болуы, гравитацияланатын жүйелердің эволюция жолдарының әр түрлілігін көрсетеді. Аспан механикасының аспектілерінде осы құбылыстарды зерттеу, галактикалық, жұлдызды, планеталық жүйелердің динамикалық эволюциясының табиғатын аша түседі.

В.Г. Фесенков, Г.М. Идлис, Т.Б. Омаров, Ж.Д. Хажидеметриу, Л.Г. Лукьянов, Е.Н. Поляхов, А.А. Беков, А. Деприт, Л. Флория және т.б. ғалымдар бейстационар ғарыштық жүйелердің табиғатын зерттеуде бейстационар аспан-механикалық модельдік есептердің ерекше маңыздылығын атап көрсетті.

Осы саладағы маңызды міндеттердің бірі бейстационар екі дененің массасы және инерция моменттері айнымалы бар құрылымның есебі болып табылады.

Т.Б. Омаров және А.А. Беков эллипсоидтық координаталарда Гамильтон-Якоби әдісімен айнымалы гравитациялық тұрақты және қарсылықтың қозғаушы күші бар болған жағдайда екі жылжымайтын центр есебінің интеграциялауын жүргізді.

М.Дж. Минглибаев айнымалы өлшемдер мен массаның тұрақты сфероидтық пішінді дененің айналасында нүктелік масса қозғалысын зерттеу үшін жаңа аралық қозғалысты және бейстационар гравитациялық жүйелер үшін канондық ұйытқу теориясын ұсынды. А.А. Беков жұмысында массаның, өлшемдердің және пішінінің айнымалы жағдайы үшін жалпы аралық қозғалысты ұсынды.

Зерттеу жұмысының өзектілігі.

Нақты аспан денелері – бейстационар. Денелердің массалары, өлшемдері, пішіні және басқа да бірқатар физикалық сипаттамалары эволюция барысында уақыт өткен сайын өзгеріп отырады. Әсіресе массаның интенсивті диссипация және тасымалдану, компоненттердің пішіні мен өлшемдерінің өзгеру процестері қос жұлдызды жүйелерде ерекше қарқынды түрде өтеді. Сәйкесінше, олардың гравитациялық байланыстары айнымалы болады және Ньютондық өзара потенциалды байланысы тікелей уақыттан тәуелді болады. Осы факторлар олардың динамикалық эволюциясына айтарлықтай әсер етеді. Әр түрлі тәсілдерді пайдаланып өзара гравитацияланушы бейстационар екі аспан денелерінің ілгерлемелі-айналмалы қозғалысын аналитикалық және

сандық тәсілмен зерттеу – бүгінгі күндегі теориялық және аспан механикасының өзекті мәселелерінің бірі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – массасы әр түрлі қарқында изотропты түрде өзгеретін өстік симметриялы дененің ғасырлық ұйытқу теңдеулерін зерттеу және массаның айнымалылығының оның динамикалық эволюциясына әсерін анықтау, сондай-ақ эволюциялық теңдеулердің графиктерін алу.

Зерттеу міндеттері:

1. Массасы және өлшемі айнымалы өстік симметриялы дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеулерін салыстырмалы координаталар жүйесінде қорытып шығару.

2. Оскуляциялаушы Делоне-Андуайе элементтерінің аналогтарында бейстационар өстік симметриялы дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының ғасырлық ұйытқу теңдеулерін алу.

3. Ғасырлық ұйытқудың толық теңдеулер жүйесін талдау

4. Ғасырлық ұйытқу теңдеулерін аналитикалық талдау және қорытындылау

5. Ғасырлық ұйытқу теңдеулерін сандық тәсілмен шешу және графиктерін алу, массалары тұрақты және айнымалы жағдайларды салыстыру.

6. Бірінші интегралдың үш өлшемді графиктерін тұрғызу.

Зерттеу нысаны.

Бейстационар өстік симметриялы дененің бейстационар шардың гравитациялық өрісіндегі ілгерілемелі-айналмалы қозғалысы.

Зерттеу әдістері. Жұмыста бейстационар гравитациялық жүйелер үшін канондық ұйытқу теориясының әдістері, Mathematica компьютерлік алгебрасының заманауи әдістері және сандық әдістер кеңінен қолданылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы.

Диссертацияда бейстационар өстік симметриялы дененің ілгерлемелі-айналмалы қозғалысын зерттеуде ұйытқыған қозғалыс теңдеулері және ұйытқу теориясының белгілі тәсілдері пайдаланылды.

Бейстационар өстік симметриялы дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысы Делоне-Андуайе элементтер аналогында қарастырылды және ғасырлық ұйытқу теңдеулері алынды.

Ғасырлық ұйытқу теңдеулеріне аналитикалық талдау жасалынды. Сандық тәсілмен ұйытқыған қозғалыстың дифференциалдық теңдеулерінің шешімдері алынды. Диссертацияда алынған шешімдерді аспан механикасында кездесетін күрделі мәселелерді зерттеуде алғашқы жуық қозғалыс ретінде қабылдауға болады.

Қорғауға шығарылатын ғылыми тұжырымдамалар:

1. Бір алғашқы интегралы бар төрт теңдеуден тұратын ішкі жүйелерге бөлінетін және қалған теңдеулер жүйесінен тұратын он екі ғасырлық ұйытқу теңдеулер жүйесі алынды. Төрт теңдеулер жүйесі сапалы түрде зерттеліп, тиісті қорытындылар жасалды.

2. Біздің қарастырған мәселенің физикалық қойылымы бойынша жоғарыда көрсетілген геометриялық және механикалық интерпретациялар қарастырылған мәселе үшін кез-келген бастапқы мәндері және массасы мен

өлшемдерді сипаттайтын кез-келген функциялар үшін жалпы қасиеттер болып табылады.

3. Алынған ғасырлық ұйытқу теңдеулері сандық тәсілмен шешіліп, Wolfram Marthematica пакетінің көмегімен графиктері алынды.

Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері денелердің массалары мен өлшемдері тұрақты болған жағдайдағы басқа авторлар алған абсолютты қатты денелердің ілгерілемелі-айналмалы қозғалыстары теориясының деректерімен сәйкес келеді. Және импакт факторы жоғары шет ел журналында жарияланымның бар болуымен расталады.

Жұмыс нәтижелерінің теориялық және іс жүзіндегі маңыздылығы. Диссертацияда алынған нәтижелер ғарыштанудағы бейстационар жүйелерді зерттеудің кезектегі сатысы болып, әрі қарай ғаламдағы күрделі бейстационар құбылыстарды зерттеуге жаңа мәселелердің қойылымын нақтылайды. Ал, ғылыми іс жүзіндегі маңызы – табылған жаңа шешімдерді аспан денелерінің жасанды және табиғи серігінің динамикалық эволюциясының моделін құрып есептеуде пайдалануға болады.

Жұмыстың аппробациясы.

1. М.Дж. Минглибаев, С.Б. Бижанова. Өстік симметриялы бейстационар екі дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысын зерттеу // «Фараби әлемі» атты студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясы. – 2019.

2. М.Дж. Минглибаев, С.Б. Бижанова. Поступательно-вращательное движение осесимметричного спутника с переменным коэффициентом сжатия // XLIV Академические чтения по космонавтике. – Москва. 2020. – Т. 1. – С. 310-312.

3. М.Дж. Минглибаев, С.Б. Бижанова. Поступательно-вращательное движение осесимметричного спутника переменной массы и размера в нестационарном центральном гравитационном поле // IX Поляховские чтения, Материалы международной научной конференции по механике. – Санкт-Петербург. – 2021. – С. 152-154.

4. M. Minglibayev, A. Prokopenya, S. Bizhanova. Analysis of evolution of a nonstationary axisymmetric body in a nonstationary central gravitational field // 8th International Congress of Serbian Society of Mechanics. Kragujevac, Serbia. – 2021.

5. S. Bizhanova. Evolution Equations of Translational-Rotational Motion of an Axisymmetric Satellite with Variable Oblate // International Conference of Application of Computer Algebra (ACA-2021). – 2021. – P. 108.

6. A. Prokopenya, M. Minglibayev, S. Bizhanova. Secular perturbations of translational-rotational motion of a non-stationary axisymmetric body in the central gravitational field // Computer Algebra in Scientific Computing (CASC 2021)

Жарияланымдар.

Scopus және Web of Science (Clarivate Analytics) дерекқорымен индекстелетін халықаралық ғылыми журналдарында:

1a. S.B. Bizhanova, M.Zh. Minglibayev, A.A. Prokopenya. A Study of Secular Perturbations of Translational-Rotational Motion in a Nonstationary Two-Body

Problem Using Computer Algebra // Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 2020. – Vol. 60. – №. 1. – P. 26-35. https://doi.org/10.1134/S0965542520010054

1б. С. Б. Бижанова, М. Дж. Минглибаев, А. Н. Прокопеня. Исследование вековых возмущений поступательно-вращательного движения в нестационарной задаче двух тел с применением компьютерной алгебры // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2020. – Том 60. – № 1, С. 27-36.

ҚР Ғылым және жоғарғы білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті (ҒЖБМ ҒЖБССҚҚ) ұсынған ғылыми басылымдарында:

1. М.Дж. Минглибаев, С.Б. Бижанова. Өстік симметриялы бейстационар екі дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеулері // Вестник КБТУ. Серия «Физико-математические и технические науки». – 2019. – Т. 16. – №2. – С. 143-149.

2. М.Дж. Минглибаев, С.Б. Бижанова. Массасы мен өлшемі айнымалы өстік симметриялы дененің эволюциялық теңдеулерін зерттеу // Вестник КазНПУ им Абая. Серия «Физико-математические науки». – 2020. – Т. 69. – №1. – С. 251-257.

3. M.Zh. Minglibayev, S.B. Bizhanova. Translational-rotational motion of a nonstationary axisymmetric body // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – Vol. 336. – № 2. P. 131-137.

Шет елдердегі халықаралық ғылыми конференциялардың материалдарында:

1. A.A. Prokopenya, M.Zh. Minglibayev, S.B. Bizhanova. Investigation of the Evolution Equations of the Two-Body Problem with Variable Masses // Computer Algebra Systems in Teaching and Research. – 2020. – Vol. IX. – P. 204-219.

2. M. Minglibayev, A. Prokopenya, S. Bizhanova. Analysis of Evolution Equations of a Nonstationary Axisymmetric Body in a Nonstationary Central Gravitational Field // 8th International Congress of Serbian Society of Mechanics Kragujevac, Serbia, June 28-30, 2021. – P. 638-647

Автордың қосқан үлесі.

Диссертациялық жұмыста жасалған зерттеулердің негізгі нәтижелерін автор өзі алды. Диссертацияның авторымен орташалау және ғасырлық ұйытқудың дифференциялдық теңдеулерін алу және әдебиеттерге шолу жұмыстары, ғасырлық ұйытқу теңдеулерін аналитикалық талдау және қорытындылау жұмыстары, ғасырлық ұйытқу теңдеулері сандық тәсілмен шешіліп, графиктері массалары тұрақты және айнымалы жағдайларды салыстыру жұмыстары, бірінші интегралдың үш өлшемді графиктерін алу жұмыстары жасалынды. Ал ғылыми кеңесшілермен есептің қойылымын қою, нәтижелерді талдау жұмыстары жүргізілді.

Диссертацияның көлемі және құрылымы.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және екі қосымшадан тұрады.