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

АҢДАТПА

БАЙСБАЕВА ОРАЛХАН БАЙТИЛЕУОВНА

БЕЙСТАЦИОНАР СФЕРАЛЫҚ ДЕНЕНІҢ ТАРТЫЛЫС ӨРІСІНДЕГІ ҮШ ӨСТІ БЕЙСТАЦИОНАР ДЕНЕНІҢ ІЛГЕРІЛМЕЛІ-АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы.

Классикалық аспан механикасы ғарыштық денелерді материалдық нүкте ретінде қарастырады. Өзара Ньютон заңы бойынша гравитацияланушы еркін материалдық нүктелер жүйесінің аналитикалық механикасы өте жақсы дамыған және осы күнге дейін өз құнын жоғалтқан жоқ. Оның ерекшелігі денелердің ілгерілмелі-айналмалы қозғалыстарын өзара әсерін ескере отырып қарастыруда болып табылады. Бірақ та, аспан механикасының кейбір мәселелерін зерттегенде классик ғалымдардың өздері де (И.Ньютон, Л. Эйлер, Ж. Лагранж және басқалары) гравитацияланушы көп материалдық нүктелер есебінің шектеулі қойылым екенін түсінген, яғни аспан денелерін материалдық нүкте ретінде қарастыру ол денелердің динамикалық эволюциясын зерттеуде кейбір физикалық проблемалардың сәйкес математикалық моделі болмайтынын атап көрсеткен.

Жалпы астрономиядағы бақылауға қарап аспан денелері тек сфералық қана емес, сонымен қатар абсолютті қатты дене болып табылмайтыны бүгінгі күнде жақсы белгілі. Бұл жағдай аспан механикасының белгілі классикалық моделі - екі дене мәселесіне де қатысты. Классикалық екі дене есебінде өзара әрекеттесетін екі нүктелік массалар немесе массасы сфералық симметриялы түрде үлестірілетін өлшемдері шекті екі дене жағдайында интегралданады және оның жалпы шешімі белгілі.

Абсолютті қатты дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы туралы жалпы есептің шешімін табуға көптеген орыс ғалымдары Ю.В. Баркин, В.В. Белецкий, В.В. Видякин, Н.И.Гамарник, В.Г.Демин, Г.Н. Дубошин, С.Г.Журавлев, В.Т. Кондурарь, Г.Ф. Осипова, Т.К. Шинкарик пен шетел ғалымдарына B.Gurta, P.B.Johnson, T.R. Kane, H. Kinoshita, P.K.Mishra, M. Pascal және т.б. үлес қосты. Қазақстандық ғалымдар Ержанов Ж.С., Қалыбаев А.А., Баймұхаметов А.А. және олардың шәкірттері аспан денелерінің қозғалысының ілгерілмелі және айналмалы теориясын кеңінен зерттеген.

XIX ғасырдың аяғына дейін аспан механикасында тек стационар аспан денелеріне қатысты есептер шешіліп келген. Айнымалы массасы бар екі дененің салыстырмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеуін ең алғаш 1884 жылы Гильден қолданған. Одан кейін бейстационарлы ғарыш денелерінің қозғалысын зерттеуде маңызды нәтижелер көрсеткен В.Г.

Фесенков, Г.М. Идлис, Т.Б.Омаров, J.D.Hajidemetriou, Л.Г. Лукьянов, Е.Н. Поляхова, А.А. Беков, A.Deprit, L.Floria және т.б ғалымдардың жұмыстарын айтсақ болады.

Егер денелердің кем дегенде біреуі сфералық симметриялы болмаса, онда өзара гравитациялық әсерлесу денелердің геометриялық пішіні мен массаларының таралуына байланысты болғандықтан ол мәселені әлдеқайда күрделендіре түседі. Уақыт өткен сайын олардың массалары, өлшемдері, пішімдері мен дене ішінде массалар таралуы да өзгеріп отырады. Оған дәлел ретінде жұлдыздардың ішкі эволюциялық теориясына сәйкес жұлдыздардың дамуының әртүрлі сатысында жұлдыздардың белгілі бір сығылу мен созылуын келтірсек болады. Мысалы, қызыл гигант кезеңіне өткенде жұлдыздар массасына қарай 10-100 есе өсуі мүмкін. Әсіресе тығыз қос жұлдыздар жүйесінде құраушылардың пішімдері мен өлшемдерінің өзгеруі, массалардың тасымалдануы мен диссипация процесстері қарқынды жүреді. Сәйкесінше олардың гравитациялаушы байланыстары айнымалы болып, ньютондық потенциал уақыттан айқын түрде тәуелді болады. Бұл факторлар олардың динамикалық эволюцияларына ерекше әсер етеді.

Омаров Т.Б. интенсивті корпускулалық сәулеленуі бар кең қос жұлдыздардың динамикасын зерттеді. Тартылатын шаңды заттың ішінде қозғалатын екі дененің мәселесі шешілді. Т.Б. Омаровпен қатар осыған ұқсас зерттеулерді Грецияда профессор Дж.Хаджи Деметриу жүргізген. Жұмыстардың нәтижесі параллелді түрде алынғандықтан динамикалық астрономия тарихында бұл жұмыстар «Омаров-Хаджи Деметриу элементтері» деген ұғыммен енді. Аспан механикасы саласындағы бұл құбылыстарды зерттеу галактикалық, жұлдыздық және планеталық жүйелердің динамикалық эволюциясының табиғатын тереңірек түсінуге мүмкіндік берді.

Орыс ғалымы М.Ю. Баркиннің жұмысында массалар геометриясы өзгеретін аспан денелерінің, соның ішінде Жердің, айналмалы қозғалысының ұйытқуларын зерттеуге арналған. Ол Андуайе және әсер-бұрыш айнымалыларындағы жаңа қозғалыс теңдеулерін қолданып, геопотенциал коэффициенттерінің маусымдық және ғасырлық вариацияларын ескеруге мүмкіндік беретін тәсіл ұсынған.

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

Массасы, өлшемі айнымалы өзара гравитацияланатын екі дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысын зерттеу мәселесі – өзекті және аз зерттелген мәселелердің бірі. Табиғи және жасанды бейстационар аспан денелерінің массалар центрінің ілгерілемелі қозғалысы мен сол денелердің өзіндік масса центрінің маңайындағы айналмалы қозғалысын біріктіре

зерттеу осы мәселені қамтиды.

Жұмыстың мақсаты - үш өсті дененің массасы мен өлшемдерінің айнымалылығының бейстационар сфералық дененің тартылыс өрісіндегі оның ілгерілмелі-айналмалы қозғалысының эволюциясына әсерлерін анықтау.

Зерттеу міндеттері

1. Бинарлы гравитациялаушы жүйелерде есептің физикалық қойылымын қарастыру, аспан-механикалық жорамалдар, зерттеу объектісінің математикалық моделін құру.
2. Есептегі күштік функцияның әр түрлі жуықтаулардағы қозғалыс теңдеулері мен оскуляциялаушы элементтердің әртүрлі жүйелерінде бейстационар сфералық дененің тартылыс өрісіндегі бейстационар үш өсті дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысының теңдеуін алу. Ұйытқытушы функцияны жіктеу.
3. Эволюциялық теңдеулерді алу және талдау. Жуық аналитикалық шешімдерді табу. Сандық шешімдермен салыстыру.
4. Орбиталдық қозғалыс пен массалар центрі айналасындағы айналмалы қозғалысқа үш өсті дененің массасы мен өлшемдерінің айнымалылығының динамикалық әсерін талдау. Шешімдерді визуализациялау.

Зерттеу нысаны

Үш өсті бейстационар дененің бейстационар сфералық дененің тартылыс өрісіндегі ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы.

Зерттеу әдістері Гамильтон-Якоби әдісі, әртүрлі айнымалылар мен әртүрлі пішімдегі ұйытқу теориясы, соның ішінде, канондық ұйытқу теориясы, дифференциалдық теңдеулердің гамилтондық жүйе теориясының математикалық аппараты, материалдық нүктелер жүйесінің аналитикалық геометриясы, Гаусс орташалау әдісі, Mathematica компьютерлік алгебраның сандық әдістері қолданылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы

Диссертациялық жұмыста үш өсті дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысын зерттеу барысында ұйытқыған қозғалыс теңдеулері алынды және канондық ұйытқу теориясының белгілі әдістері қолданылды.

Үш өсті бейстационар дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы Делоне-Андуайе айнымалалылар аналогында қарастырылып, ғасырлық ұйытқу теңдеулері алынды.

Алынған ғасырлық ұйытқу теңдеулеріне аналитикалық талдау жасалынып, сандық әдіспен ұйытқыған қозғалыстың дифференциалдық теңдеулерінің шешімдері табылды. Диссертацияда алынған шешімдерді аспан механикасындағы күрделі есептерді зерттеу кезінде бастапқы жуық шешімдер ретінде қолдануға болады.

Қорғауға шығарылатын тұжырымдар

1. Үш өсті бейстационар дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысын зерттеу барысында ұйытқыған қозғалыс теңдеулері алынды.
2. Үш өсті бейстационар дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысы

Делоне-Андуайе элементтер аналогында қарастырылып, эволюциялық теңдеулері алынды.

3. Эволюциялық ұйытқу теңдеулеріне аналитикалық талдау жасалынды. Алынған ұйытқыған эволюциялық тендеулерін сандық әдістермен шешіліп, компьютерлік алгебраның көмегімен графиктері алынды.

Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі

Жұмыстың ғылыми нәтижелері теориялық моделдің табиғаттағы аналогтарымен, сонымен қатар денелердің массасы мен өлшемдері тұрақты болған жағдайда басқа авторлар алған жұмыстардың нәтижелерімен сәйкес келеді және сонымен расталады.

Жұмыстың теориялық және іс жүзіндегі маңыздылығы

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер ғарыштық бейстационар жүйелерді зерттеудің жаңа кезеңін анықтап, ғаламдағы күрделі бейстационар процестерді тереңірек түсінуге бағытталған зерттеулерге негіз болып табылады. Бұл нәтижелер ғылыми тұрғыдан маңызды болып, аспан денелерінің жасанды және табиғи серіктерінің динамикалық эволюциясын модельдеу және есептеу барысында қолданыла алатын жаңа тәсілдерді ұсынады.

Жұмыстың апробоциясы

1. Байсбаева О.Б. Үш өсті бейстационар дененің бейстационар шардың гравитациялық өрісіндегі ілгерлемелі-айналмалы қозғалысы. Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых "ФАРАБИ ӘЛЕМІ"", , КАЗАХСТАН, Алматы, КазНУ имени аль-Фараби, 10.04.2018-12.04.2018., 86 б.

2. M. Minglibayev, A. Prokopenya. O. Baisbayeva. Evolution equations of translational rotational motion of a triaxial body with constant dynamical shape and variable size in a non-stationary central gravitational field. Proceedings The 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Sremski Karlovci, Serbia, June 24-26, 2019, pp.129-130.

3. Mukhtar Minglibayev, Alexander Prokopenya, Oralkhan Baisbayeva. Analytical calculations of secular perturbations of translational-rotational motion of a non-stationary triaxial body in the central field of attraction. ACA 2019, 25th Conference on Applications of Computer Algebra, Montreal, Canada, July 16-20, 2019, pp. 156-157.

4. М.Дж.Минглибаев, О.Б. Байсбаева. Поступательно-вращательное движение нестационарного трехосного тела в нестационарном центральном поле тяготения. XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, 19-29 августа 2019, Уфа, Республика Башкортостан, Россия. Сборник трудов в 4 томах. Том 1. Общая и прикладная механика, с. 708-710.

5. Mukhtar Minglibayev, Alexander Prokopenya, Oralkhan Baisbayeva. Secular Perturbations of Translational-Rotational Motion of a Non-stationary Triaxial Body in a Central Gravitational Field. CASTR 2019, Computer Algebra Systems in Teaching and Research, Volume VIII, Siedlce, Poland, September 25-29, 2019, pp.246-248.

6. M. Minglibayev, O. Baisbayeva. Translational-rotational motion of a triaxial body with variable compression in a non-stationary central gravity field. Computer Algebra Systems in Teaching and Research, Volume IX, Siedle University of Natural Sciences and Humanities, 2020, pp. 204-219.

Жарияланымдар

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

1. Minglibayev M., Prokopenya A., Baisbayeva O. Evolution equations of translational-rotational motion of a non-stationary triaxial body in a central gravitational field. Theoretical and Applied Mechanics, V. 47 (2020), Issue 1, 63-80, DOI: https://doi.org/10.2298/TAM191130007M.

2. Prokopenya, A., Minglibayev, M., Baisbayeva,O. Analytical calculations of secular perturbations of translational-rotational motion of a non-stationary triaxial body in the central field of attraction. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) , 2020, 12291 LNCS, 478–491, DOI:10.1007/978-3-030-60026-6_28.

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

1. М.Дж.Минглибаев, О.Б. Байсбаева. К поступательно-вращательному движению трехосного нестационарного спутника. Вестник КазНПУ, серия «физико-математические науки», информатика 01(61) 2018г., с.197-201.

2. М.Дж.Минглибаев, О.Б. Байсбаева. Исследование поступательно-вращательного движения спутника с переменным тензорам инерции в поле притяжении сферического тела. Совместный выпуск. Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева. – Вычислительные технологии Института вычислительных технологии Сибирского отделения РАН. №3 Том 1. Часть3, 2018г., с. 179-195.

3.М.Дж.Минглибаев, О.Б. Байсбаева. Поступательно-вращательное движения трехосного тела с переменными сжатиями при наличии реактивных сил и моментов. " Хабаршы" КазНПУ им Абая, серия «Физико-математические науки» №1(69), 2020, с. 246-251.

Автордың қосқан үлесі

Диссертациялық жұмыстағы негізгі нәтижелер автордың өз зерттеулері негізінде алынды. Автор орташалау және ғасырлық ұйытқудың дифференциалдық теңдеулерін шығарды, әдебиеттерді талдап, ғасырлық ұйытқу теңдеулерінің аналитикалық зерттеуін жүргізіп, қорытындыларды жасады. Сондай-ақ, ғасырлық ұйытқу теңдеулері сандық тәсілдермен шешіліп, тұрақты және айнымалы массалар жағдайында графиктер салыстырылды. Ғылыми кеңесшілер есептің қойылымын анықтап, алынған нәтижелерді талдаумен айналысты.

Диссертациялық жұмыстың көлемі мен құрылымы

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