

на диссертационную работу Бижановой Салтанат Багдаткызы «Поступательно-вращательное движение осесимметричного тела переменной массы и размеров в нестационарном центральном гравитационном поле», представленную на соискание степени доктора философии (Ph.D.) по специальности 6D060300 Механика»

Актуальность темы исследования. Классическая задача двух тел является одной из наиболее важных моделей небесной механики и имеет множество приложений. Ее исследованием занимались многие выдающиеся математики и механики в течение последних трех столетий. Однако общее решение задачи двух тел известно только в простейшем случае, когда тела считаются материальными точками, притягивающими друг друга в соответствии с законом всемирного тяготения. Реальные небесные тела имеют конечные размеры и внутреннюю структуру, а их характерные параметры с течением времени меняются. Учет зависимости от времени лишь одного из важнейших параметров тел, например, их массы, существенно усложняет модель и проблема анализа уравнений движения системы становится весьма сложной. Для ее успешного решения требуется не только применение аналитических и численных методов исследования дифференциальных уравнений, но и эффективное использование современных компьютерных систем. Диссертационная работа, представленная Бижановой С.Б., показывает высокий уровень ее теоретической подготовки, а также владение навыками проведения исследований на современном научном уровне. В работе представлены новые интересные результаты исследования классической задачи двух тел заданной формы с переменными массами, которые представляют значительный интерес для приложений в небесной механике. Актуальность выполненных исследований не вызывает сомнений.

Научные результаты и их обоснованность. Диссертационная работа содержит оригинальные результаты одновременно из двух областей – небесной механики (нестационарная задача двух тел конечных размеров с изотропно изменяющимися массами) и астрофизики (эффекты влияния переменности масс на орбитальные элементы планеты).

Основная цель диссертационной работы – анализ поступательно-вращательного движения осесимметричного тела (спутника) вокруг центрального тела (звезды) в случае, когда массы тел меняются изотропно в различных темпах, и исследование влияния переменности масс тел на динамическую эволюцию системы.

В работе рассматриваются следующие важные и актуальные задачи:

1. Приведение дифференциальных уравнений поступательно-вращательного движения двух тел конечных размеров с переменными массами к форме, удобной для применения теории возмущений, с учетом

второй гармоники в разложении силовой функции, определяющей взаимное притяжение тел.

2. Получение дифференциальных уравнений, определяющих поведение вековых возмущений орбитальных элементов, и их решение при различных законах изменения масс тел в изотропном случае.

3. Определение численных значений параметров системы двух тел для использования в численных расчетах.

4. Исследование влияния изотропного изменения масс тел на эволюцию вековых возмущений орбитальных элементов.

В результате проведенных исследований все поставленные цели были достигнуты. На основе работ Ю.В. Баркина, С.М. Эль-Шабури, Д.З. Коенова, В.В. Белецкого, С.Б. Бижанова исследовала общий случай уравнения поступательно-вращательного движения осесимметричного тела переменной массы и размеров. Для получения эволюционных уравнений, определяющих поведение параметров орбиты, разработан алгоритм символьных вычислений возмущающей функции задачи двух тел с использованием методов компьютерной алгебры и современной системы символьных вычислений Mathematica. Конкретные вычисления выполнены с использованием аналогов переменных Делоне-Андуйе, описывающих вековые возмущения поступательно-вращательного движения осесимметричного тела.

В качестве примера использования полученных уравнений найдены их численные решения и исследована эволюция аналогов орбитальных элементов системы двух тел Солнце – Земля в случае, когда массы центрального тела и осесимметричного тела постоянны, а также при изотропном изменении масс тел, когда реактивные силы равны нулю.

Достоверность полученных результатов обосновывается строгими математическими выводами, а сами результаты докладывались на научных конференциях и семинарах различного уровня и опубликованы в статьях, входящих в базы данных Thomson Reuters и Scopus, а также в изданиях, рекомендованных ККСОН образования и науки МОН РК. В частном случае, когда массы тел постоянны, полученные результаты совпадают с известными результатами Ю.В. Баркина и В.В. Белецкого.

Замечания по диссертационной работе. К замечаниям по диссертационной работе можно было бы отнести некоторую перегруженность большими формулами. Однако большая часть из них вынесена в приложения, что облегчает чтение работы. С другой стороны, в приложении можно было бы описать некоторые вычислительные алгоритмы, хотя в работе по механике это не обязательно.

Заключение. Диссертационная работа Бижановой Салтанат Багдаткызы «Поступательно-вращательное движение осесимметричного тела переменной массы и размеров в нестационарном центральном гравитационном поле» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой исследовано влияние изотропного изменения масс тел на эволюцию вековых возмущений в нестационарной задаче двух тел. Результаты, полученные

автором работы, являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными.

Научная стажировка С.Б. Бижановой в Варшавском университете естественных наук (SGGW, Варшава, Польша) было запланировано на апрель-июль 2020 года. К сожалению, в этот период началась пандемия Covid-19 и в связи с введенными ограничениями стажировка не состоялась.

Все научные исследования и обсуждение результатов с зарубежным консультантом проводились в дистанционном режиме.

Считаю, что представленная диссертация отвечает требованиям Правил присуждения ученых степеней, а ее автор, С.Б. Бижанова, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060300-Механика.

Зарубежный научный
консультант, доктор
физико-математических наук,
профессор Варшавского университета
естественных наук

Варшава, 01.04.2024 г.



Z-CA DYREKTORA
Instytutu Informatyki Technicznej

/ Dr hab. Alexander Prokopenya, prof. SGGW /

А.Н. Прокопеня

Варшава ауыл шаруашылығы университеті
ТЕХНИКАЛЫҚ ИНФОРМАТИКА ИНСТИТУТЫ
02-776 Варшава, Новоурсыновска көшесі, 159
тел.: 22 59-37351, 22 59-37205

«6D060300 - Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін Бижанова Салтанат Багдатқызының «Массасы мен өлшемі айнымалы өстік симметриялы дененің бейстационар центрлік өрістегі ілгерілемелі-айналмалы қозғалысы» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына

ПІКІР

Зерттеу жұмысының өзектілігі. Классикалық екі дене мәселесі аспан механикасының ең маңызды модельдерінің бірі болып табылады және көптеген қолданбаларға ие. Оны соңғы үш ғасырда көптеген көрнекті математиктер мен механиктер зерттеген. Дегенмен, екі дене есебінің жалпы шешімі ең қарапайым бүкіләлемдік тартылыс заңына сәйкес бір-бірін тартатын материалдық нүктелер жағдайында ғана белгілі. Нақты аспан денелерінің өлшемдері, динамикалық құрылымы және олардың сипаттамалық параметрлері уақыт өте келе өзгереді. Денелердің ең маңызды параметрлерінің бірінің, мысалы олардың массасының уақытқа тәуелділігі модельді айтарлықтай қиындатады және қозғалыстың тендеулер жүйесі өте күрделі болады. Дифференциалдық тендеулерді дұрыс шешу үшін аналитикалық және сандық әдістерді ғана емес, сонымен қатар қазіргі заманғы компьютерлік жүйелерді тиімді пайдалануды да талап етеді. С.Б. Бижанованың ұсынып отырған диссертациялық жұмысы оның теориялық дайындығының жоғары деңгейін, сонымен қатар заманауи ғылыми деңгейде зерттеу дағдыларын меңгергенін көрсетеді. Бұл мақалада аспан механикасында қолдануға маңызды қызығушылық тудыратын массалары айнымалы классикалық екі дене есебін зерттеудің жаңа қызықты нәтижелері ұсынылған. Жүргізілген зерттеулердің өзектілігі күмән тудырмайды.

Ғылыми нәтижелер және олардың негізділігі. Диссертациялық жұмыста бір мезетте екі саладан – аспан механикасынан (массалары изотропты түрде өзгертін екі дене мәселесі) және астрофизикадан (массаның айнымалылығының денелердің орбита элементтеріне әсері) нәтижелер берілген.

Диссертациялық жұмыстың негізгі мақсаты – массасы әр түрлі қарқында изотропты түрде өзгертін өстік симметриялы дененің (серік) центрлік дененің (жұлдыз) төңірегіндегі ілгерілемелі-айналмалы қозғалысын талдау және массаның айнымалылығының оның динамикалық эволюциясына әсерін анықтау.

Бұл жұмыста келесі маңызды және өзекті міндеттер қарастырылады:

1. Денелердің өзара әрекеттесуінің күштік функциясының өрнегінде екінші ретті гармониканы қоса алғанда, массалары айнымалы екі дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалысының дифференциалдық теңдеулерін ұйытқу теориясын қолдануға ыңғайлы түрге келтіру.

2. Орбита элементтерінің ғасырлық ұйытқуын анықтайтын дифференциалдық теңдеулерді алу және изотропты жағдайда массаның өзгеруінің әртүрлі заңдылықтары үшін олардың шешімі.

3. Сандық есептеулерде қолдану үшін екі денелі жүйенің параметрлерінің сандық мәндерін анықтау.

4. Дене массасының изотропты өзгеруінің орбита элементтерінің ғасырлық ұйытқуларының уақыт эволюциясына әсерін зерттеу.

Зерттеу нәтижесінде барлық алға қойылған мақсаттарға қол жеткізілді. Ю.В. Баркин, С.М. Эль-Шабури, Д.З. Коенов, В.В. Белецкийдің жұмыстарына сүйене отырып, С.Б. Бижанова массасы және өлшемдері айнымалы өстік симметриялы дененің ілгерілемелі-айналмалы қозғалыс теңдеулерінің жалпы жағдайын қарастырды. Орбиталық параметрлердің өзгерісін анықтайтын эволюциялық теңдеулерді алу үшін компьютерлік алгебра әдістерін және қазіргі заманғы Mathematica символдық есептеу жүйесін пайдалана отырып, екі дене есебінің ұйытқушы функциясының символдық есептеулерінің алгоритмі әзірленді. Арнайы есептеулер өстік симметриялы дененің ғасырлық ұйытқыған ілгерілемелі-айналмалы қозғалыс теңдеулерін сипаттайтын Делоне-Андуйе айнымалыларының аналогтары арқылы орындалды.

Алдыңғы зерттеулердің нәтижелері бойынша Күн мен Жердің орбиталық элементтерінің аналогтарының эволюциясының сандық есептеулері центрлік дене мен өстік симметриялы дененің массалары тұрақты жағдайында, әр түрлі қарқында изотропты түрде өзгергендегі және реактивті күштер нөлге тең жағдайында орындалды.

Алынған нәтижелердің сенімділігі қатаң математикалық тұжырымдармен негізделеді, ал нәтижелердің өзі әртүрлі деңгейдегі ғылыми конференциялар мен семинарларда баяндалған және Thomson Reuters және Scopus деректер базасына енгізілген мақалаларда, сондай-ақ Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарында жарияланған. Дербес жағдайда, денелердің массалары тұрақты болғанда Ю.В. Баркин және В.В. Белецкийдің алған нәтижелерімен сәйкес келеді.

Диссертациялық жұмыс бойынша ескертулер. Диссертациялық жұмыс бойынша кейбір формулалар шамадан тыс үлкен жүктемені қамтуы мүмкін. Дегенмен, олардың көпшілігі қосымшаларға енгізілген, бұл жұмысты оқуды жеңілдетеді. Екінші жағынан, кейбір есептеу алгоритмдерін қосымшада сипаттауға болады, бірақ механика жұмысында бұл қажет емес.

Қорытынды. Бижанова Салтанат Бағдатқызының «Массасы мен өлшемі айнымалы өстік симметриялы дененің бейстационар центрлік өрістегі ілгерілемелі-айналмалы қозғалысы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы бейстационар екі дене мәселесінде, дене массаларының изотропты өзгеруінің ғасырлық ұйытқу эволюциясына әсері қарастырылған, аяқталған

ғылыми білікті жұмыс болып табылады. Жұмыс авторының алған нәтижелері жаңа, негізді және сенімді.

С.Б. Бижанованың ғылыми тағылымдамасы 2020 жылдың сәуір-шілде айларына жоспарланған болатын. Өкінішке орай, осы кезеңде Covid-19 пандемиясы басталып, соған байланысты тағылымдама тоқтатылды.

Шет елдік кеңесшімен барлық ғылыми зерттеулер қашықтан жүргізілді.

Ұсынылған диссертация Ғылыми дәрежелерді беру ережесінің талаптарына сәйкес келеді деп есептеймін және оның авторы С.Б. Бижановаға 6D060300-Механика мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Шет елдік ғылыми кеңесші, физика-математика ғылымдарының докторы,
Варшава жаратылыстану ғылым университетінің профессоры

/ қолы бар /
А.Н. Прокопеня

Варшава, 01.04.2024 ж.

