

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Кошербаевой Айкен Бакытжановны « $N(N>2)$ планетная задача многих тел с массами, изменяющимися в различных темпах», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05403 Механика»

Актуальность темы исследования. Изучение динамической эволюции многопланетных систем с переменной массой является актуальной темой в небесной механике, поскольку небесные тела являются нестационарными объектами. Изучение динамики экзопланет на нестационарной стадии их формирования позволяет нам определить дальнейшие эволюционные треки. В данной диссертации исследовано влияние изменения масс небесных тел на динамическую эволюцию планетных систем при условии, что массы тел изменяются изотропно с различными скоростями.

Во введении диссертации приведены сведения о том, что многие известные экзопланеты движутся по квазикруговой орбите в плоскости, близкой к опорной плоскости. Другими словами, эксцентриситеты оскулирующей орбиты экзопланет и наклон орбитальной плоскости очень малы. В связи с этим в диссертации используются аналоги переменных Пуанкаре, которые удобны в исследовании динамической эволюции орбитальных элементов в случае, когда эксцентриситет и наклон орбиты очень малы.

На основе классической теории возмущений получены канонические уравнения векового возмущения в оскулирующих элементах второй системы Пуанкаре. При проведении аналитических преобразований, например, при разложении в ряды по малым параметрам, а также при проведении численных расчетов и визуализации, используется система компьютерной математики «Wolfram Mathematica».

Научные результаты и их обоснованность. В диссертационной работе получена система линейных неавтономных дифференциальных уравнений вековых возмущений n -планетной задачи многих тел, когда массы тел изменяются изотропно с различными скоростями. Полученные уравнения вековых возмущений справедливы для любого конечного числа планет, а также для аналитически заданных законов изменения масс. Это основной результат данной диссертационной работы.

Полученные уравнения вековых возмущений применены для анализа динамической эволюции экзопланетных систем с одной центральной звездой трехпланетной системы *K2-3* и семипланетной системы *Trappist-1*. Интересным является анализ динамической эволюции циркумбинарной системы *TOI-1338* с двумя планетами. Построенные графические объекты и рисунки дают геометрическую интерпретацию изучаемых объектов и облегчают понимание динамической эволюции изучаемых экзопланетных систем.

Диссертационная работа содержит оригинальные результаты, которые опубликованы в журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus. Результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных конференциях в России, Италии, Польше, Бельгии, Чехии, Южной Кореи и Казахстане.

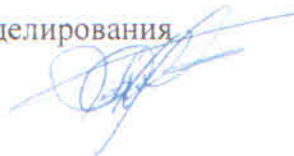
Достоверность полученных результатов подтверждается строгими математическими выводами и публикациями в престижных научных изданиях. В частном случае, когда масса тела постоянна, полученные результаты совпадают с известными результатами А. Перминова и Е. Кузнецова.

Замечания по диссертационной работе. По диссертации и по презентации (подготовленной в виде слайдов) замечаний нет.

Заключение. Диссертационная работа « N ($N > 2$) планетная задача многих тел с массами, изменяющимися в различных темпах» Кошербаевой Айкен Бакытжановны является завершенной научно - квалификационной работой, в которой проведено исследование влияния изотропного изменения масс тел на эволюцию вековых возмущений в задаче многих тел. Результаты, полученные автором работы, являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными.

Считаю, что представленная диссертация отвечает всем требованиям Правил присуждения ученых степеней Республики Казахстан, а ее автор Айкен Бакытжановна Кошербаева, заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05403-Механика.

Зарубежный научный консультант,
доктор физико-математических наук,
профессор,
профессор кафедры математического моделирования
Люблинского Католического
Университета Иоанна Павла II»



Чичурин А. В.

22.04.2024

ПІКІР

«8D05403 - Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін Кошербаева Айкен Бакытжановнаның « N ($N > 2$) планеталы массалары әртүрлі жылдамдықпен өзгертін көп дене мәселесі» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Аспан денелері бейстационар болғандықтан, айнымалы массалы көп планеталы жүйенің динамикалық эволюциясын зерттеу аспан механикасында өзекті болып табылады. Экзопланеталарды олардың құрылуының бейстационар этапындағы динамикасын зерттеу олардың болашақтағы эволюциялық тректерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл диссертацияда аспан денелерінің массалары изотропты түрде әртүрлі жылдамдықта өзгертіндігін ескеріп, масса айнымалылығы планета жүйелерінің динамикалық эволюциясына қалай әсер ететіндігін зерттелген.

Диссертация кіріспесінде көптеген белгілі экзопланеталар квази шеңберлік орбитада негізгі орбита маңайында қозғалатындығы келтірілген, басқа сөзбен айтқанда экзопланеталардың оскуляция орбитасының эксцентриситеттері және орбита жазықтығының көлбеулігі өте кіші. Сондықтан да, диссертацияда эксцентриситет пен орбита көлбеулігі өте кіші болған жағдайда орбита элементтерінің динамикалық эволюциясын зерттеуге ыңғайлы болып табылатын Пуанкаре айнымалыларының аналогтары қолданылады.

Канондық ұйытқу теориясын қолданып, Пуанкаре екінші жүйесі элементтері аналогтарында ғасырлық ұйытқудың канондық теңдеулері алынған. Сонымен қатар, кіші параметрлер бойынша қатарға жіктеуге «Wolfram Mathematica» аналитикалық есептеу жүйесін қолданылған.

Ғылыми нәтижелер және олардың негізділігі. Диссертациялық жұмыста дене массалары әр түрлі жылдамдықта изотропты түрде өзгерген жағдайда n планеталы көп дене есебінің ғасырлық ұйытқудың сызықты автономды емес дифференциалды теңдеулер жүйесі алынған. Алынған ғасырлық ұйытқу теңдеулері кез-келген n планета үшін, сонымен қатар кез-келген масса өзгеру заңдылығы үшін орынды. Бұл диссертация жұмысының негізгі нәтижесі.

Алынған ғасырлық ұйытқу теңдеулері бір орталық жұлдызды үш планеталы $K2-3$ және жеті планеталы *Trappist-1* экзопланета жүйелерінің динамикалық эволюциясын талдау үшін қолданыла алады. Екі планеталы қос жұлдызды *TOI-1338* жүйесінің динамикалық эволюциясын талдау да қызықты болып келеді. Алынған графикалық иллюстрация бай ақпаратқа ие және осы экзопланета жүйелерінің динамикалық эволюциясының жаңа сипаттамаларын береді.

Диссертация жұмысы Web of Science және Scopus базаларына енетін журналдарда жарияланған түпнұсқа нәтижелерден тұрады. Диссертация

нәтижелері Оңтүстік Корея, Италия, Польша, Бельгия, Чехия және Мәскеу, сонымен қатар Қазақстан мемлекеттерінде өткен халықаралық конференцияларда қарастырылды және талқыланды.

Алынған нәтижелердің сенімділігі қатаң математикалық шешімдермен және Web of Science және Scopus базаларына енетін журналдарда жарияланған мақалалармен негізделеді. Дербес жағдайда, дене массалары тұрақты болған кезде, алынған нәтижелер А. Перминов және Е. Кузнецовтың белгілі нәтижелерімен сәйкес келеді.

Диссертациялық жұмыс бойынша ескертулер. Диссертация және презентация (слайдтар) бойынша ескертулер жоқ.

Қорытынды. А. Б. Кошербаеваның « N ($N > 2$) планеталы массалары әртүрлі жылдамдықпен өзгертін көп дене мәселесі» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысы денелердің массалары изотропты өзгеруінің көп дене есебіндегі ғасырлық ұйытқу эволюциясына әсері зерттелген, аяқталған – квалификациялық жұмыс болып табылады. Жұмыстың авторы алған нәтижелер жеткілікті түрде жаңа, негізделген және сенімді болып табылады.

Диссертация «Ғылыми дәрежелерді беру ережесінің» талаптарына сәйкес келеді, ал оның авторы А. Б. Кошербаева 8D05403-Механика мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға лайықты деп санаймын.

Шетелдік ғылыми кеңесшісі,
"Иоанн Павел II Люблин католиктік
университеті" Математика және
информатика ғылымдар институтының
профессоры

Чичурин А. В.

22.04.2024