

## Отзыв

**на диссертационную работу Байсбаевой Оралхан Байтилеуовны «Исследование поступательно-вращательного движения трехосного нестационарного тела в поле притяжения нестационарного сферического тела», представленная на соискание степени доктора философии (Ph.D.) по специальности «6D060300 – Механика»**

**Актуальность темы исследования.** В классической небесной механике небесные тела традиционно рассматриваются как материальные точки или абсолютно твердые тела с постоянной массой и размерами. Однако наблюдения показывают, что масса, размеры и форма реальных космических объектов изменяются с течением времени в результате различных эволюционных процессов — как естественного происхождения (например, деградация спутников астероидов, испарение кометных ядер), так и искусственного (например, расход топлива у космических аппаратов). Особенно ярко такие изменения проявляются в двойных и кратных системах тел, где гравитационные взаимодействия существенно влияют на орбитальное и вращательное движение. При этом учет переменных массы и размеров тел существенно усложняет математические модели, требует новых подходов к выводу уравнений движения и методов их исследования.

Диссертационная работа Байсбаевой Оралхан Байтилеуовны отличается высоким уровнем теоретической подготовки и владением современными методами научного исследования. Полученные результаты по динамике трехосного тела с переменными массой и размерами обладают научной новизной и прикладной значимостью для небесной механики и астрофизики. Актуальность темы и практическая ценность выполненной работы не вызывают сомнений.

**Научные результаты и их обоснованность.** Диссертационная работа Байсбаевой Оралхан Байтилеуовны содержит оригинальные результаты одновременно из двух направлений небесной механики (задача двух тел с изотропно изменяющимися массами) и астрофизики (эффекты влияния переменности масс и радиусов на орбитальные элементы планеты).

Основной целью диссертационной работы является исследование влияния изменений массы и размеров трехосного тела на эволюцию его поступательно-вращательного движения в гравитационном поле нестационарной сферической планеты.

В работе рассматриваются следующие важные и актуальные задачи:

1. Приведение дифференциальных уравнений поступательно-вращательного движения трехосного тела с переменными характеристиками к форме, удобной для применения теории возмущений.

2. Получение дифференциальных уравнений, определяющих поведение вековых возмущений орбитальных элементов, и их решение при различных законах изменения масс тел в изотропном случае.
3. Исследование влияния изотропного изменения масс и размеров тел на эволюцию вековых возмущений орбитальных элементов.
4. Определение условий и параметров, необходимых для численного моделирования динамики системы в различных случаях изменения физических характеристик двух тел.

В результате проведенных исследований все поставленные цели были достигнуты. Полученные Байсбаевой О.Б. результаты являются новыми, научно обоснованными и представляют несомненный интерес для приложений небесной механики. Для получения эволюционных уравнений разработан алгоритм символьных вычислений возмущающей силы взаимодействия тел с переменными массами и размерами с использованием методов компьютерной алгебры и современной системы символьных вычислений Wolfram Mathematica. На основе полученных уравнений выполнены численные расчеты эволюции аналогов орбитальных элементов для экзопланеты Kepler 452b, движущейся в гравитационном поле нестационарной сферической звезды.

Достоверность полученных результатов наглядно демонстрируется представленными графическими отображениями результатов численных расчетов, реализованных в системе Wolfram Mathematica. В предельном случае постоянных масс полученные результаты совпадают с результатами исследований других авторов. Полученные результаты докладывались на научных конференциях и семинарах различного уровня и опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в базы данных Web of Science и Scopus, а также в научных журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК.

**Замечания по диссертационной работе.** К замечаниям по диссертационной работе можно было бы отнести некоторую перегруженность большими формулами. С другой стороны, представленные формулы демонстрируют сложность проведенных вычислений и необходимость применения современных вычислительных систем для их реализации.

**Заключение.** Диссертационная работа Байсбаевой Оралхан Байтилеуовны «Исследование поступательно-вращательного движения трёхосного нестационарного тела в поле притяжения нестационарного сферического тела» представляет собой завершённое научно-квалификационное исследование, в котором исследуется влияние изотропного изменения масс тел на эволюцию вековых возмущений в задаче двух тел. Результаты, полученные автором работы, являются новыми, обоснованными и достоверными.

За время обучения в докторантуре Казахского национального университета им. аль-Фараби Байсбаева О.Б. прошла трехмесячную научную стажировку в Варшавском университете естественных наук (SGGW, Варшава, Польша), где

она приобрела опыт применения системы компьютерной алгебры Wolfram Mathematica к исследованию динамических систем. Во время стажировки Байсбаева О.Б. проявила себя как квалифицированный специалист, обладающий хорошими знаниями в области теоретической механике и информатики, и способный самостоятельно решать сложные научные проблемы.

Считаю, что представленная диссертация отвечает требованиям Правил присуждения учёных степеней, и её автор О.Б. Байсбаева заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D060300 – Механика.

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

Z-CA DYREKTORA  
Instytutu Informatyki Technicznej  
  
/Dr hab. Alexander Prokopenya, prof. SGGW/

**А.Н. Прокопеня**



**«6D060300 - Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін Байсбаева Оралхан Байтилеуовнаның «Бейстационар сфералық дененің тартылыс өрісіндегі үш өсті бейстационар дененің ілгерілмелі-айналмалы қозғалысын зерттеу» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысына**

### **ПІКІР**

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Классикалық аспан механикасында аспан денелері дәстүрлі түрде тұрақты массасы мен өлшемдері бар материалдық нүктелер немесе абсолют қатты денелер ретінде қарастырылады. Алайда, бақылаулар нақты ғарыштық объектілердің массасы, өлшемі мен пішіні уақыт өте келе әртүрлі эволюциялық үдерістер нәтижесінде өзгередінін көрсетеді — бұл табиғи (мысалы, астероид серіктерінің ыдырауы, комета ядроларының булануы) және жасанды (мысалы, ғарыш аппараттарындағы отын шығыны) себептерден болуы мүмкін. Мұндай өзгерістер қос және көп денелі жүйелерде ерекше байқалады, мұнда гравитациялық әрекеттесу олардың орбиталық және айналмалы қозғалысына айтарлықтай әсер етеді. Мұндай жағдайда массасы мен өлшемі айнымалы денелердің қозғалысын сипаттайтын математикалық модельдер күрделене түседі және жаңа тәсілдер мен зерттеу әдістерін талап етеді.

Байсбаева Оралхан Байтилеуовнаның диссертациялық жұмысы теориялық дайындықтың жоғары деңгейімен және қазіргі заманғы ғылыми зерттеу әдістерін меңгеруімен ерекшеленеді. Айнымалы массасы мен өлшемдері бар үш өсті дененің динамикасына қатысты алынған нәтижелер аспан механикасы мен астрофизика салалары үшін ғылыми тұрғыдан жаңашыл әрі қолданбалы жағынан маңызды болып табылады. Тақырыптың өзектілігі мен орындалған жұмыстың практикалық маңыздылығы күмән тудырмайды.

**Ғылыми нәтижелер мен олардың негізділігі.** Байсбаева Оралхан Байтилеуовнаның диссертациялық жұмысы аспан механикасы (екі дененің изотропты айнымалы массасы жағдайындағы қозғалысы) мен астрофизиканың (планеталардың массасы мен радиусының өзгеруінің орбиталық элементтерге әсері) екі бағытының тоғысындағы нәтижелерді біріктіреді.

Диссертациялық жұмыстың негізгі мақсаты — айнымалы массасы мен өлшемдері бар үш өсті дененің бейстационар сфералық планетаның тартылыс өрісіндегі ілгерілмелі-айналмалы қозғалысына эволюциялық өзгерістердің әсерін зерттеу.

Жұмыста келесі маңызды және өзекті міндеттер қарастырылған:

1. Айнымалы сипаттамаларға ие үш өсті дененің ілгермелі-айналмалы қозғалысын сипаттайтын дифференциалдық теңдеулерді ұйытқулар теориясына қолдануға ыңғайлы болатындай түрге келтіру.
2. Орбиталық элементтердің ғасырлық ұйытқуларын сипаттайтын дифференциалдық теңдеулерін алу және оларды дене массасының изотропты жағдайда өзгеруінің әртүрлі заңдылықтары үшін шешу.
3. Массалар мен өлшемдердің изотропты өзгеруінің орбиталық элементтердің ғасырлық ұйытқуларына әсерін зерттеу.
4. Екі дененің физикалық сипаттамаларының әртүрлі жағдайларда өзгеруі кезінде жүйе динамикасын сандық модельдеу үшін қажетті шарттар мен параметрлерді анықтау.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде барлық қойылған мақсаттарға қол жеткізілді. Байсабаева О.Б.-ның алған нәтижелері жаңаша, ғылыми тұрғыдан негізделген және аспан механикасының қолданбалы есептері үшін сөзсіз қызығушылық тудырады. Айнымалы массалар мен өлшемдерге ие денелердің өзара гравитациялық әрекеттесуінен туындайтын ұйытқушы күшті символдық түрде есептейтін алгоритм жасалды, бұл үшін Wolfram Mathematica-ның қазіргі заманғы компьютерлік алгебрасы мен символдық есептеу жүйесі қолданылды. Алынған теңдеулер негізінде Kepler 452b экзопланетасының ғасырлық орбиталық элементтерінің эволюциясы бойынша, айнымалы сфералық жұлдыздың гравитациялық өрісіндегі қозғалысына сандық есептеулер жүргізілді.

Алынған нәтижелердің дұрыстығы Wolfram Mathematica жүйесінде жүзеге асырылған сандық есептеулер нәтижелерінің графикалық түрде көрнекі түрде бейнеленуі арқылы дәлелденеді. Масса тұрақты кезіндегі шекті жағдайда алынған нәтижелер басқа авторлардың зерттеу нәтижелерімен жақсы сәйкес келеді. Алынған нәтижелер әртүрлі деңгейдегі ғылыми конференциялар мен семинарларда баяндалды және Web of Science пен Scopus дерекқорларына кіретін рецензияланатын басылымдарда, сондай-ақ ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған ғылыми журналдарда жарияланды.

**Диссертациялық жұмысқа ескертпелер.** Диссертациялық жұмысқа кейбір формулалардың шамадан тыс үлкен жүктемені қамтуын айтуға болады. Бірақ, екінші жағынан, ұсынылған формулалар жүргізілген есептеулердің күрделілігін және оларды жүзеге асыру үшін заманауи есептеу жүйелерін қолдану қажеттілігін көрсетеді.

**Қорытынды.** Байсабаева Оралхан Байтилеуовнаның «Бейстационар сфералық дененің тартылыс өрісіндегі үш өсті бейстационар дененің ілгерімелі-айналмалы қозғалысын зерттеу» атты диссертациялық жұмысы қазіргі заманғы аспан механикасының өзекті мәселелеріне арналған. Бұл жұмыста екі дененің өзара әсерлесуі кезіндегі массалар мен өлшемдердің изотропты өзгеруінің ғасырлық ұйытқу есептеріне әсері зерттеледі. Автордың алған нәтижелері ғылыми жағынан жаңаша, негізделген және сенімді.

Байсабаева О.Б. әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінде докторантурада оқып жүргенде Варшава жаратылыстану университетінде

(SGGW, Варшава, Польша) үш айлық ғылыми тағылымдамадан өтті, онда ол Wolfram Mathematica компьютерлік алгебра жүйесін динамикалық жүйелерді зерттеуде қолдану бойынша тәжірибе жинақтады. Тағылымдама барысында Байсбаева О.Б. теориялық механика және информатика саласында жақсы білімге ие, күрделі ғылыми мәселелерді өз бетінше шеше алатын білікті маман ретінде танылды.

Ұсынылған диссертация Ғылыми дәрежелер беру ережелерінің талаптарына сәйкес келеді деп санаймын және оның авторы О.Б. Байсбаева 6D060300 – Механика мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне лайық деп есептеймін.

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

/ қолы бар /  
А.Н. Прокопеня

