

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационния труд за присъждане на
образователна и научна степен „Доктор“

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и
информатика; Професионално направление: 4.1. Физически науки; Научна
специалност: 01.04.08. Физика на океана, атмосферата и околоземното
пространство

на **Костадин Георгиев Шейретски**
задочен докторант в ИКИТ – БАН на тема:

Динамика на екваториален спътник на планета

Рецензент: доц. д-р Лъчезар Георгиев Филипов
Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия
на науките

Костадин Георгиев Шейретски е роден в гр. Пловдив 04. 02. 1975 г.
Дипломира се през 1999 г., като магистър в Пловдивски
университет „Паисий Хилендарски“ по специалност „Физика и
математика“, придобива специализация „астрономия“.

След проведен конкурс в ИКИ – БАН е назначен на трудов договор с
решение на Научния съвет от 04. 10. 2001г. на длъжност н.с. в секция
„Нелинейна Космическа Динамика“.

Кандидатства и успешно се представя на изпитите за докторант в
ИКИ по специалност с шифър 01. 03. 22 „Физика на вълновите процеси“. С
решение на Научният съвет на ИКИ – БАН от 04. 10. 2001 г. е зачислен
като задочен докторант в института под ръководството на проф. д.н.
Владимир Дамгов. Преминава 120 часов курс по английски и съвременни
информационни технологии – „Алгоритми за Научни изследвания.
Matlab“, като успешно полага изпити по двата предмета. Успешно взема
докторантските минимуми първа и втора част. Отчислен с право на защита
със заповед No 126/16. 11. 2005 г., съгласно решение на научния съвет на
ИКИ – БАН от 03. 11. 2005 г.

Напуска ИКИ-БАН през февруари 2011 г. От 01. 02. 2011 г. е
назначен на длъжност асистент в катедра „математика“ на УНСС.

Актуалност на проблема

Дисертационния труд е посветен на един актуален проблем, а именно изучаването и изследването на динамиката на спътник на планета в екваториалната плоскост. Това е една интересна задача от съвременната динамика на телата в Слънчевата система. Изучаването на движенията на небесните тела е задача, която е дала на математиката и физиката много аспекти, които след като са били развити са се превърнали в дялове от тези науки. Това налага при изучаването на движенията на планетите и техните спътници да се използват знания от разнородни области на математиката – небесна механика, теория на специалните функции, асимптотични методи, теория на устойчивостта на явленията, теория на бифуркациите, теория на детерминирания хаос и други. В дисертацията са използвани методи и математически модели обхващащи целия този спектър от разнородни области.

Работите в областта на небесната механика доведоха до обогатяването на почти всички направления на природните науки, както и до създаване на нови клонове в математиката и физиката. Този факт налага изучаването на небесните тела да става посредством използването на мултидисциплинарен подход. В дисертацията са представени и използвани методи и математически модели обхващащи теория на специалните функции, асимптотични методи, теория на устойчивостите на явленията, теория на бифуркациите, теория на детерминирания хаос и други.

Дисертацията представлява аналитично изучаване движението на спътници с малък наклон на орбитата. Голяма част от естествените спътници удовлетворяват това условие.

Уравненията, които се получават при разгледаната задачата за две тела с определена форма, включват както орбиталното движение на телата, така и движението около собствения им център на масата. Те са интегрируеми само в частни случаи, но прилагането на асимптотични методи позволява да се получат решения с достатъчна степен на точност.

Отделено е внимание на резонансните движения, както и на хаотизацията при случаите на движение в околност на сепаратрисите и хаотизация в резултат на препокриване на сепаратрисите на два съседни резонанса.

Работата на докторанта има тясна връзка с движенията на изкуствените спътници. Получените уравнения са свързани с параметрите на сравнително често използвани орбити, а отчитаните в уравненията ефекти са от практическо значение за управлението и стабилизацията на спътниците.

Общо описание на дисертационните материали

Представеният дисертационен труд се състои от Увод, в който е направен литературен обзор по тематиката в дисертацията и са отбелязани приносите на работата, както и списък с авторски и съавторски публикации. Глава 1 дава необходими сведения от теория на Хамилтоновите системи. Глави 2, 3 и 4 съдържат изследвания по основните задачи на дисертацията. В заключението са обобщени основните изводи и резултати от дисертационния труд. Библиографията обхваща 111 литературни източника. Общият обем на дисертацията е 144 страници.

Представен е компакт диск с дисертационния труд и автореферат.

Работата е оформена съгласно изискванията за дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“. Дисертационният труд е добре структуриран и има добър баланс между отделните глави.

Познаване на проблема

В дисертационният труд и от представената професионална биографична справка се вижда, че дисертантът познава добре и задълбочено тематиката и разработваните научни проблеми. В библиографията са цитирани както класически монографични трудове, така и публикации с най-съвременните резултати в съответната област. Обзорът е обхванал основните научни публикации с принос в изследваните от дисертанта научни теми.

Методи на изследването

В дисертацията са използвани различни аналитични методи за изследване уравненията на движенията на екваториален спътник по орбитата и около центъра на масата. Широко се използват асимптотичните методи: метод на Поанкаре – Линдщет, метод на Крилов – Боголюбов – Митрополски. Използван е методът на оскулиращите елементи. За изучаването устойчивостта на движение се прилага функция на Ляпунов, теорема на Раус, както и метода за изследване на линейната устойчивост на стационарните точки. Областите на хаотичен режим се установяват чрез пресмятане на интеграл на Арнолд – Мелников. Използвани са специални функции на математичната физика. В дисертационния труд са използвани математически методи, показвайки, че дисертанта владее перфектно нужния математически апарат.

Обща характеристика на научно – изследователската дейност на докторанта

В Увода е определен обекта и предмета на дисертацията, актуалността на темата с обзор на тематиката, посочени са целите и задачите на дисертацията, кратко е направено изложение по дисертацията, посочена е апробацията на резултатите, изведени са приносите и публикациите на автора по изследваните проблеми.

В Глава 1., разделена на 7 подглави, са дадени необходимите сведения за хамилтоновата механика и прилагането на метода на оскулиращите елементи.

В Глава 2. съдържа 6 подглави. Първоначално е разгледано движението на материална точка в екваториалната равнина на планета. Определена е енергията на спътника в адиабатични променливи на Делоне и е намерена стойността на прецесията на спътниковата орбита. Посредством метод на Поанкаре – Линдщет е изведено приближено уравнение за траекторията на екваториален спътник.

Прави се преход към движението на спътника, разгледан като твърдо тяло. Изведено е уравнение на движението на спътника около центъра на масата, отчитащо връзката между орбиталния момент и момента на движението около центъра на масите, както и факта, че планетата около която се движи спътника е сплесната при полюсите.

Изведено е уравнението на ограничената задача – без отчитане на връзката между движението по орбита и движението около центъра на масата. Подробно е изучена резонансната динамика на полученото уравнение. Изследван е случая на параметричен резонанс и са определени условията за възникването му. Разгледано е поведението на динамичната система в главен резонанс и е определена линейната устойчивост на стационарните точки.

Анализирана е устойчивостта на движението на спътника в екваториалната равнина на планета за случай на кръгова орбита посредством теоремата на Раус.

Изследвано е движението на спътник при наличие на определени динамична симетрия на формата му, чрез използване на методът на оскулиращите елементи.

Разгледано е влиянието на приливните сили при движението на екваториален спътник на планета, като твърдо тяло. Изведено е динамичното уравнение на движението около центъра на масата на спътника в специални функции. Изследвано е и уравнението в приближение, като е изследван метода на Крилов – Боголюбов-Митрополски за намиране на стационарните точки. Изследвана е тяхната устойчивост.

В Глава 3. има 3 подглави и се разглеждат резонансите и хаотичните движения на спътниците, като посредством канонични преобразувания се извежда резонансния хамилтониан.

Изведен е резонансния хамилтониан на спътник за случая на главен резонанс, посредством който са изследвани случаите на устойчиво или неустойчиво движение във вторични резонанси. Разгледан е случай на вторичен спин-орбитален резонанс при движението на екваториален спътник, от типа $\frac{1}{2}$ на главния резонанс и са изследвани за устойчивост стационарните точки.

Анализирана е динамиката на спътник при движение в околност на сепаратрисите на резонансите, като е направена количествена оценка на хаотичната зона. Приложени са получените резултати за вторичен резонанс от типа $\frac{1}{2}$ на главен резонанс, като е оценена ширината на хаотичната зона във фазовото пространство.

Разгледана е хаотичната динамика на спътник движещ се по кръгова орбита в гравитационно поле подложен на действието на магнитен и приливен момент. Чрез интеграл на Мелников-Арнолд е дадена оценка на ширината на хаотичната зона при несферична форма на спътника и сферична форма на спътника под влияние и в отсъствие на приливен момент.

Изследван е и хамилтониана на динамичната система описваща движението на сферичен спътник под действието само на магнитен момент, като е определена ширината на стохастичната зона в околност на сепаратрисите.

В Глава 4., в рамките на 4 подглави е изследвана връзката между орбиталното движение и движението около центъра на масата на екваториален спътник на планета. Показана е връзката между модела на анхармоничния осцилатор и движението на спътник в нютоново централно поле.

Разгледан е случая на движение на екваториален спътник на планета по кръгова орбита, като е отчетена връзката между уравненията описващи движението на центъра на масата на спътника по траекторията и въртеливите (колебателните) движения на спътника – съгласно уравненията на Ойлер. Описани са нелинейните ефекти произтичащи от разглеждането на неограничената задача.

Изучено е движението на екваториален спътник в спин-орбитален резонанс 3:2 като е решена пълната система от динамични уравнения.

В Заключение са изведени основните изводи и резултати от дисертацията.

Приноси на докторанта

Приносите на докторанта са обособени в четири теореми.

Първата теорема дефинира диференциалното уравнение на движението на спътника около центъра на масата му, като се отчита влиянието на формата на планетата върху траекторията и връзката между орбитален и ротационен (колебателен) моменти.

Втората теорема дава математическата форма на резонансния хамилтониан на екваториален спътник в променливи действие – ъгъл.

Третата теорема дава условията, при които се хаотизира движението на спътник движещ се по кръгова орбита, в гравитационно поле, подложен на действието на магнитен и приливен момент.

Четвъртата теорема дефинира нелинейните ефекти, възникващи при движението на екваториален спътник на планета по кръгова орбита, като се отчита връзката между уравненията описващи движението на центъра на масата на спътника по траекторията и въртеливите (колебателните) движения на спътника около центъра на масата.

Резултатите са получени изцяло от дисертанта и са доказани коректно от математическа гледна точка, като са съобразени с физическия характер на изследвания обект.

Приемам приносите на докторанта.

Автореферат

Авторефератът е изготвен в съответствие с изискванията, като отразява основните положения на дисертационния труд и приносите на докторанта. Текстът има 22 страници и е структуриран в съгласие със съдържанието на дисертацията.

Публикации по дисертационния труд

Представеният списък от публикации съдържа 2 статии в списание с импакт фактор, с водещ автор дисертанта и съавтори, като едната е в международно, а другата в българско списание. Има 1 публикация от конференция извън България като първи автор със съавтори. Направени са 5 публикации в сборници от международни конференции проведени в България, от които една самостоятелна, а останалите със съавтори.

Има един цитат на статията в международното списание с импакт фактор.

Заклучение

Оценявам положително актуалния характер и резултатите от изследването в дисертационния труд на асистент Костадин Шейретски на тема: „ДИНАМИКА НА ЕКВАТОРИАЛЕН СПЪТНИК НА ПЛАНЕТА“. В дисертационния труд са използвани математически методи , показвайки , че дисертанта владее перфектно нужния математически апарат. По мое мнение този труд може да бъде продължен . Дисертанта е един от малкото хора които са навлезли толкова на дълбоко в тази трудна материя . По обем , качество и научна значимост представеният материал напълно отговаря на изискванията за процедурата на този етап и съгласно Чл. 12, ал. 5 от Закона за развитието на академичния състав в Република България (ДВ. Бр.38 от 2010 г.) предлагам на уважаемите членове на Научно жури на Института за космически изследвания и технологии да вземе решение за присъждане на научна степен“ Доктор“ на Костадин Георгиев Шейретски .

14.11.2012 г

Изготвил рецензията:



Доц. д-р Лъчезар Филипов

Институт за космически изследвания и
технологии – Българска академия на науките