

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д.м.н. Николай К. Витанов

на представената от Костадин Георгиев Шейретски дисертация на тема

Динамика на екваториален спътник на планета

за присъждане на образователната и научна степен доктор по научната специалност
01.04.08 Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство

1. Актуалност и състояние на изследванията, свързани с темата на дисертацията

Представената дисертация е озаглавена „Динамика на екваториален спътник на планета“ и е посветена на изучаване на орбиталното движение на екваториален спътник на планета като при това спътникът се движи и около центъра на масата си. Тъй като множество спътници на планети се движат близо до екваториалната равнина, то изучаването на този вид орбитално движение е актуален, налице са многобройни публикации по въпроса и той се засяга дори и в книги с по-популярна насоченост каквато е например книгата на Белецкий „Очерки о движениях космических тел“, издадена през 1977 г в Москва. Друга причина за актуалност, която вероятно ще придобива все по-голямо значение занапред, са постиженията на астрономията, свързани с регистрация на планети около други звезди. Твърде е вероятно е доста от тези планети също да имат спътници, които да се движат подобно на начина по който се движат планетите и спътниците им в Слънчевата система.

Дисертантът е положил значителни усилия да обоснове актуалността на темата на дисертацията. Параграфът под това заглавие заема 23 страници от дисертацията, в които се прави по същество обзор на съществуващата литература с доминантно представяне на постиженията на учените от едната от двете големи (и водеща в областта на аналитичните изследвания по темата) школа от бившия Съветски съюз. Прави впечатление големия брой публикации по темата през 60-те години на миналия век, когато несъмнено въпросът за движението на спътниците е бил много актуален. 21 от цитираните в литературата публикации са написани след 2000-то година, като значителна част от тях е писана и с участието на автора на дисертацията. От обзорите на предшестващите изследвания, се вижда, че дисертантът е запознат добре със

състоянието на изследванията, свързани с тематиката на дисертацията. Този факт е с голяма тежест при крайната ми оценка за представената дисертация.

2. Обща методика на извършените изследвания

Предложената дисертация има теоретичен характер и се състои сумарно от 144 страници. Приложената методика в извършените изследвания е математическо моделиране с цел да се получат чрез асимптотични методи решенията на задачата за двете тела с цел изучаване на движението на планетарни спътници и изследване на възможностите за стабилизация на движението на изкуствени спътници на планети. По конкретно в основата на изследването са методите на Хамилтоновата динамика, на чиято основа се получават и изследват аналитично уравненията на движение на екваториален спътник на планета, като особено внимание се отделя на резонансното и хаотичното движение на спътника. Разработени от чуждестранни учени методи и модели се прилагат към конкретни задачи за движението на екваториален спътник на планета.

3. Научни приноси

Добро впечатление прави фактът, че основните твърдения в дисертацията са оформени като теореми. Поради това читателят може да се ориентира в научните приноси на кандидата. Това е важно, тъй като на някои места е необходимо достатъчно внимание, за да се отделят приносите на автора от разработките на други учени.

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави и заключение. В увода съществена част се заема от споменатия по-горе литературен обзор, комбиниран с обяснения за актуалността на темата. В увода е изведена и обикновено представяната в края на дисертацията информация за апробацията на резултатите, приносите на дисертацията и публикациите на автора, свързани с дисертацията.

В глава първа от дисертацията се въвежда използваната математическа методология, обхващаща уравненията на Хамилтон, променливи действие-ъгъл и теория на пертурбациите за автономна хамилтонова система, описание на смяната на променливите за изучаване на възможното хаотично движение във фазовото пространство в околност на сепаратриса и кратка информация за метода на оскулиращите елементи. Изложението е достатъчно и достатъчно сбито и това е положителен момент в дисертацията, тъй като наличната литература е толкова обширна, а методологията толкова развита, че човек би

могъл да се поддаде на изкушението да напише голяма уводна глава.

Описанието на собствените изследвания на кандидата започва от глава 2 на дисертацията, в която се изследва движението на спътник в екваториалната равнина на сплесната при полюсите планета. След описанието на получаването на теорема за интеграла на енергията на спътника в променливи на Делоне (2.1.15), кандидатът преминава към описание на метода на Поанкаре-Линдщед и неговото приложение за получаване на параметрите на траекторията на движение на екваториален спътник на планета с малка сплеснатост. Резултатите тук се използват по-нататък в изложението, след записването на уравнението на Белецки (2.3.1) чрез нова независима променлива, който запис е наречен теорема 2.2 и също се използва интензивно в по-нататъшното изложение. Приближеният вид на това уравнение (2.3.5) се подлага на по-задълбочено изследване. Отбелязвам, че (2.3.5) е нелинейно диференциално уравнение, за което в огромното мнозинство от случаите трябва да се търси числено или приближено решение. Авторът на дисертацията избира пътя на търсене на приближени решения и започва анализа на колебанията на спътника на основата на уравнение (2.3.5) и на един негов частен случай, като особен интерес за изследването представляват стойностите на параметрите на движението, при които възниква резонанс. Достига се до уравнение (2.3.23), което се атакува с метода на Боголюбов-Митрополски-Крилов. След кратък анализ на устойчивостта на движение на спътник по кръгова екваториална орбита се преминава към анализ на движението на спътник по елиптична орбита при наличие на предположение, което редуцира доста съществено съответното уравнение на Ойлер и силно подпомага получаването на резултатите (2.5.16) и (2.5.28).

Следващата задача, която се решава в тази глава, е за резонансно движение на спътник по екваториална орбита при наличие на действие на приливна сила. За случая на главен резонанс дисертантът достига до уравнение (2.6.18) и показва, че стационарните стойности на еквивалентната система от две диференциални уравнения от първи ред, са устойчиви възли.

В глава 3 се изследват възможности за хаотично движение на спътник в общия контекст на резонансното движение на екваториален спътник на планета. Интересът към това изследване произтича от факта, че след достатъчно дълго време в равнината на орбитата си един спътник се върти в синхронен резонанс с орбиталното си движение. Основата на изследването е хамилтонианът (3.1.7) получен чрез добавяне на пертурбации към хамилтониана на махалото. След известни изчисления се достига до резонансния хамилтониан (3.1.40) и се дават

4 случая на стационарни точки и 8 случая на нестационарни точки. Общата теория се прилага към хамилтониана (3.1.6) от който се получава резонансният хамилтониан (3.1.52) който пък се изследва за случая на наличие на вторичен резонанс и на негова основа се намират стационарните точки във фазовото пространство на съответните променливи действие-ъгъл и се изследва устойчивостта им. За да изследва евентуалното хаотично движение около сепаратрисите, авторът тръгва от уравнението на сепаратрисите (3.2.5) за резонансният хамилтониан (3.1.40). След това се изследва областта на разрушаване на сепаратрисите при припокриване на резонанси и се оценява ширината на енергитичната зона, в която може да се наблюдава хаос във фазовото пространство.

Когато върху един спътник започват да действат голям брой сили, движението му може и да стане хаотично. Такъв вариант за движение на спътник по кръгова орбита при наличие на гравитация, приливни и магнитни сили се изследва в третата секция на трета глава от дисертацията. Интересното е, че уравнението от което се тръгва, се взема от книгата на Белецки и Хентов и се извеждат условията за преход от регулярно към хаотично движение на спътника за сферична и елиптична форма на спътника. Друг интересен момент е твърдение 3.1 за ширината на стохастичната зона в околност на сепаратрисите на сферичен спътник, намиращ се под действието на магнитен момент.

Четвъртата глава на дисертацията има заглавие „Аналитично разглеждане на частни случаи на движение на екваториален спътник на планета при отчитане на връзката между орбиталното и въртеливото (колебателното) движение“. Тук моделните уравнения отново са взети директно от параграф 6 на глава 4 на книгата на Белецкий от 1965 г.

В секция 4.2 на четвърта глава се излага разработката на Борн за връзка между ротационно и колебателно движение на екваториален спътник на планета. Вероятно и тази секция, както и предишната секция 4.1 принадлежат към уводния материал на главава, защото резултатът (4.2.43) от описваната теория също принадлежи на Борн и това е цитирано на стр. 120 от дисертацията. По-нататък в главата са разгледани въпросите за връзката между ротационното и орбиталното движение на екваториален спътник на планета. Резултатите от изследването са събрани в теорема 4.1 на стр. 126 от дисертацията, където са изложени формули за периода на въртеливото движение и за енергията на орбиталното движение на спътника.

Последната секция на четвърта глава е посветена на движение на спътник при наличие на конкретно целочислено отношение между периода на завъртане

около оста на спътника и периода на завъртане на спътника около планетата (разглежданият конкретен случай е за отношение 1:2). Резултатите от това изследване са обобщени на стр. 130, като най-ценните от тях според мен са границите на приложение на метода и формулата за прецесията (4.4.22).

4. Критични бележки

Обикновено в рецензиите се излагат и критични бележки, свързани с правописа на дисертацията. Правописни грешки има и в тази дисертация, но тъй като са малко на брой, няма да им обръщам внимание. Имам обаче няколко по-съществени критични бележки и те са следните:

1) Като първа задача на дисертацията е записано извеждането на основните уравнения за движението на екваториален спътник около планета, които след това да се изследват аналитично. Тази задача според мен е непрецизирана, тъй като са налице доста работи на автори, занимаващи се с аналитично изследване на орбиталното движение на екваториален спътник на планета, едновременно с движението на спътника около центъра на масите му. Тези работи са основани на уравнения на движението, които се използват и в настоящата дисертация. Дисертантът е трябвало да видоизмени описанието на тази задача и да прецизира по-точно кои от задачите, свързани с гореспоменатия вид движение на спътник, ще бъдат изследвани. Опасно е да се претендира за извеждане на основните уравнения за движението на екваториален спътник. Може би, те се вече известни, а в дисертацията се решават конкретни задачи, свързани с тези уравнения.

2) Математическата методология, свързана с изследването в дисертацията не е събрана в отделна глава или в приложение в края на дисертацията, а се въвежда на мястото, където се използва за пръв път. Неудобството на този подход е, че се прекъсва изложението по същество и читателят трябва да минава понякога през доста страници описание на методологията, за да стигне до същинските резултати, получени от дисертанта.

3) Получените резултати често се представят в „насипно“ състояние без достатъчно обсъждане на влиянието на различните параметри върху резултата. Този типичен стил характерен за математическите представления от времето на късния СССР не е най-добрата страна на руската математическа школа.

4) На места в дисертацията са написани величини или функции, без да са обяснени. Един пример за това е (4.3.21) където се появява функцията am . Кандидатът не бива да разчита, че всички читатели са писали дисертации с

масивно използване на елиптични функции и интеграли, какъвто е случаят с рецензента, който поради този факт знае, че am е обратната функция на елиптичния интеграл на Лежандър. Ето защо в дисертацията е добре да имаше едно приложение, в което да бъдат накратко обяснени например елиптичните функции и интеграли.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд. Общ и персонален импакт фактор. Забелязани цитирания

Публикациите на дисертанта, свързани с дисертацията са 7, като 2 от тях са публикувани в чужбина, а останалите в България. Една от публикациите в чужбина е в списанието "Chaos Solitons and Fractals" от времената, когато това списание имаше много добър импакт-фактор. Публикацията в българско списание също е в списание с импакт-фактор. 5 от публикациите са доклади от конференции, публикувани или предстоящи да бъдат публикувани в пълен текст. Забелязах 1 цитат на статията в Chaos Solitons and Fractals.

Авторефератът отговаря на съдържанието на дисертацията. Като се отчетат обстоятелствата, при които е работено върху дисертацията, считам, че публикационната активност е достатъчна за подкрепа на процедурата по присъждането на образователната и научата степен доктор. Отбелязвам, че докторантът е натрупал опит при провеждане на дълги и сложни пресмятания, с които методите за получаване на приближени решения на нелинейни диференциални уравнения неизбежно са свързани. Освен това докторантът е придобил и ценното качество да използва ефективно за целите на своите изследвания резултати, получени от други учени.


6. Заключение

И така, в заключение ще отбележа, че изследванията в рецензираната дисертация на Костадин Шейретски са посветени на няколко конкретни задачи свързани с динамиката на екваториален спътник на планета. Като отделя настрана описанието на използваната обща методология при работата върху тези конкретни задачи и като отчете, че написаната дисертация е за степен, която е и образователна, достигам до заключението, че кандидатът е подготвен да решава задачи, свързани с движение на изкуствени и естествени спътници на небесните тела, както и че собствените му приноси са достатъчни за получаването на степента. С още няколко думи, считам, че кандидатът притежава задълбочени теоретични знания в областта на динамиката на

екваториални спътници, както и способности за самостоятелни научни изследвания по специалността „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“. Поради гореизложеното поставям положителна оценка на представения ми за рецензиране дисертационен труд и подкрепям присъждането на образователната и научна степен „Доктор“ на кандидата Костадин Георгиев Шейретски.

София
22 ноември 2012 г.

Рецензент:


/проф. д.м.н. Николай Витанов/