

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на ОНС „доктор” на тема
„Нагриване на космическа плазма от магнитохидродинамични вълни”

Професионално направление: 4.1 „Физически науки“
Докторска програма: „Теоретична и математическа физика“

Автор на дисертацията: Алберт Максимов Варонов, редовен докторант в катедра
„Теоретична физика” към Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски”

Научен ръководител: проф. дфн Тодор Мишонов (Физическия факултет – СУ)

Рецензент: проф. д-р Васил М. Василев (Институт по механика – БАН)

1. Кратки професионално-биографични данни за дисертанта

Алберт Максимов Варонов придобива образователно-квалификационната степен „Магистър по космически изследвания“ през 2014 г. в СУ „Св. Климент Охридски”. През 2016 г. той е зачислен като редовен докторант в катедра „Теоретична физика“ на Физическия факултет на СУ с ръководител проф. дфн Тодор Мишонов. По време на докторантурата си маг. Варонов участва като асистент и заместващ лектор в провеждането на бакалавърски курсове по „Теоретична физика“, „Термодинамика и статистическа физика“, „Електродинамика и кинетика на космическа плазма“ и др. След успешно изпълнение на предвидения индивидуален план за обучение и научноизследователска работа, Алберт Варонов е отчислен с право на защита и на 23.04.2019 г. с решение на Факултетния съвет на Физическия факултет е насочен за официална защита пред научно жури.

2. Общо описание на дисертацията и на представените материали

Маг. Варонов е представил дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор”, написан на английски език, в обем от **113** страници (приблизително равни на **210** стандартни машинописни страници). В дисертацията са представени **2** таблици и **29** фигури. Дисертацията е структурирана в пет глави и едно приложение. Представен е и списък на използваната литература, който съдържа **111** заглавия.

В уводната глава 1 са представени: обзор на известните факти за слънчевата атмосфера, извлечени от данните от наблюдения; анализ на състоянието на проблема за нагриването на слънчевата корона; представени са уравненията на магнитохидродинамиката; изведени са изрази и оценки на параметрите, които присъстват в тези уравнения. В глава 2, в контекста на конкретния проблем, са изведени уравненията, описващи вълни на Алфен, следствията от законите за запазване и съответните граничните условия. В глава 3 са развити числени методи и алгоритми, които се използват за численото решаване на разглеждания проблем. В глава 4 са представени резултатите от пресмятанията. В глава 5 са формулирани научните приноси на дисертационния труд. В приложението са представени програми и програмни модули написани на Фортран, които са използвани при пресмятанията.

Представен е автореферат на дисертацията в обем от **9** страници (приблизително равни на **15** стандартни машинописни страници). Авторефератът отразява правилно съдържанието и целите на дисертацията.

Дисертационният труд се базира на **четири** научни публикации, които са приложени в пълен текст към представените материали по дисертацията. От тях **три** са публикувани в рецензирани издания и **една** е в процес на рецензиране (представено е копие от рецензията). Всички те са в съавторство. Не е представен списък на забелязани независими цитирания на тези публикации.

3. Цел на дисертацията и актуалност на тематиката

Дисертацията е посветена на изучаването на проблема за нагриването на слънчевата корона, чиято температура, както сочат данните от наблюденията, е значително по-висока от тази на повърхността на слънцето.

Основната цел на дисертацията е чрез решаване на уравненията на магнитохидродинамиката да се определи температурата в преходния слой между слънчевите хромосфера и корона, в зависимост от височината на този слой, измервана относно горната границата на слънчевата фотосфера в радиално направление.

Според мен, актуалността на избраната тематиката е безспорна. Изследваният проблем стои нерешен повече от 70 години, въпреки многобройните опити и усилията на редица учени в тази насока. Доказателство за това, както и за актуалността на тази тематиката, е най-новата космическа мисия на NASA за изследване на слънцето, Parker Solar Probe, която е започнала на 12^{ти} август 2018 г. Както е обявено на уебстраницата ѝ, една от основните научни цели на тази космическа мисия, наред с това да се проучи какво ускорява слънчевия вятър, е да се разберат причините за прегряването на слънчевата корона „която е – противно на онова, което се очаква от законите на физиката – по-гореща от повърхността на самото слънце“, както е написано на същата тази уебстраница. Тук не мога да не отбележа, че настоящата дисертация убедително показва, че обяснението на този феномен, който на пръв поглед изглежда парадоксален, всъщност следва от законите на физиката (както и трябва да се очаква), а не е „противно на онова, което се очаква“ от тях.

4. Теоретична постановка и методи за решаване на проблема

В дисертацията слънчевата корона се моделира като напълно йонизирана хомогенна водородна плазма, чието състояние и динамично поведение се описват от уравненията на магнитохидродинамиката. Предполага се, че тя се нагрива вследствие на поглъщането на високо честотни алфвенови вълни в зоната на тънкия преходен слой между слънчевите хромосфера и корона. Счита се, че точно тези магнитохидродинамични вълни, възникващи в резултат на турбулентност в слънчевата фотосфера, които са открити от Алфвен и днес носят името му, предизвикват така нареченото вискозно нагриване на слънчевата плазма в преходния слой в процеса на разпространението си към външността на слънчевата атмосфера.

Тази хипотеза е изказана от Ханес Алфвен още през 1942 г., който пръв прави опит да обясни причините за прегряването на слънчевата корона почти веднага, след като този факт е бил приет за експериментално доказан. Оттогава този феномен привлича вниманието на учените, но, както вече споменах, все още се смята, че той не е намерил окончателното си обяснение и че механизмът на нагриване на слънчевата корона и до днес остава неизяснен.

Цялостната теоретичната постановка на проблема и методите, използвани за постигане на набелязаната цел, както и резултатите, представени в дисертацията, са продължение и развитие на едно почти десетгодишно търсене на решение на проблема за нагриването на слънчевата корона от ръководителя на дисертанта, проф. Тодор Мишонов и съавтори, в което през последните няколко години се включва и дисертантът. Следва да се отбележи, че в дисертацията са взети пред вид нови ефекти при развиването на идеята за така наречената само-индуцираната непрозрачност на слънчевата плазма за вълни на Алфвен и най-вече това, че е пресметнат профила на температурата в преходния слой.

За осъществяването на целите на дисертацията са необходими задълбочени познания в различни области на съвременната физика: магнитохидродинамика, физика на слънчевата атмосфера, статистическа физика, кинетична теория на газовете и др. В уводната първа глава на дисертацията е дадено стегнато изложение на установените данни от наблюденията

на слънчевата атмосфера, основите на магнитохидродинамиката и изрази за параметрите, които влизат като коефициенти в магнитохидродинамичните уравнения.

Във втора глава е изведена системата от уравнения и гранични условия, съответстващи на предлагания механизъм за нагриването на слънчевата корона и е формулирана коректно математическата задача, която по-нататък се решава числено. Тази система се състои от две линейни диференциални уравнения от втори ред, описващи разпространението на вълни на Алфвен в хомогенна среда и две нелинейни диференциални уравнения от втори ред, които следват от законите за запазване на енергията и импулса в случая на конкретната едномерна магнитохидродинамична система. Решенията на тази система от уравнения определят профила на температурата и скоростта на слънчевия вятър.

Оказва се, че коефициентите пред старшите производни на уравненията, съставляващи споменатата система са много малки, което ги прави „твърди“ диференциални уравнения. Това налага да се разработят ефективни числени методи, с помощта на които този проблем да бъде преодолян. Такива числени методи са разработени и реализирани от дисертанта на програмния език Фортран. Те са представени в третата глава на дисертацията.

5. Получени резултати и оценка на личния принос на кандидата

Резултатите от числените пресмятания са дадени в четвърта глава на дисертацията. Там е представен графично профила на температурата. Освен това е представен и профила на скоростта на слънчевия вятър, чието определяне не е набелязано експлицитно като цел на дисертацията, но си струва да се отбележи като един стойностен резултат.

Считам, че целта на дисертацията е изпълнена успешно и приносят на дисертанта е съществен. Не се съмнявам, че изготвянето на дисертационния труд е негово лично дело.

Приемам без съществени възражения научните приноси на дисертацията, така както те са формулирани в глава 5 и в автореферата.

6. Публикации по дисертацията

Кандидатът има три излезли публикации в реномирани издания:

1 статия – в MATEC Web of Conferences, EDP Science (SJR: 0.130)

2 статии – в AIP Conference Proceedings (SJR: 0.196)

Тези статии са видими в Scopus.

Освен това, още една статия с участието на дисертанта е изпратена за публикуване в реномираното списание Magnetohydrodynamics, което има импакт фактор. Понастоящем тя е в процес на рецензиране. От представеното копие на рецензията се вижда, че рецензента препоръчва приемането на статията за публикуване след малка ревизия.

7. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки към настоящия дисертационен труд, които биха повлияли на общото ми заключение. Трябва да отбележа все пак, че в дисертацията забелязах някои печатни грешки.

8. Лични впечатления от дисертанта

Познавам Алберт Варонов от повече от пет години и имам отлични лични впечатления от него. Присъствал съм на докладите по темата на дисертацията му, които той изнесе на 13^{ти} „Национален конгрес по теоретична и приложна механика“ (септември 2017 г.) и на 10^{та} „Юбилейна международна конференция на балканския физически съюз“ (август 2018 г.). През цялото това време имах възможност да следя напредъка на работа му по темата на докторантурата, цялостното му развитие, неговата научна и публикационна дейност. С течение на времето у мен се затвърди впечатлението, че Алберт е един много перспективен млад учен с потенциал за силна научна кариера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фактите, изложени по-горе, ми позволяват да дам положителна оценка на представения дисертационен труд и на качествата и способностите на неговият автор да провежда самостоятелни научни изследвания. Считаю, че са удовлетворени всички изисквания на закона за развитието на академичния състав в Република България и на правилниците за неговото прилагане и **препоръчвам на почитаемото научно жури да присъди на маг. Алберт Максимов Варонов образователната и научна степен „доктор”** в професионално направление 4.1 „Физически науки“, докторска програма: „Теоретична и математическа физика“.

София,
4.07.2019 г.

Подпис:
/проф. д-р Васил М. Василев/