

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ - БАН	
Вх. №	145
	06.02.2013г

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация за присъждане на ОНС „доктор” по научна специалност 01.04.02. “Астрофизика и звездна астрономия” на тема: “Магнитохидродинамика на Акреционно-Дисков Поток”, разработена от ас. Красимира Димитрова Янкова /задочна докторантура/

Научен ръководител: доц. д-р Л. Филипов – ИКИТ-БАН

Рецензент: проф дфн Петко Илиев Неновски, НИГГГ-БАН

### 1. Кратки биографични данни

Докторантката притежава образователно-квалификационна степен магистър по физика, специалност “Астрономия и метеорология”, и има 13 години стаж в секция “Извънземна астрономия и астрофизика” в ИКИ-БАН - до 2010 г, а от 2010 г - в ИКИТ-БАН. Участвала е проект „Акреция” разработван в сътрудничество с колектив от Института по Астрономия на РАН тясно свързан с тематиката на дисертационният труд.

### 2. Актуалност и значимост на проблема

Актуалността и значимостта на поставения в дисертационния труд проблем произтичат от успешното развитие на извънземната астрономия и астрофизика както и натрупани наблюдателните факти, получени с помощта на космическите обсерватории като Хъбъл, HEAO 1-3, CGRO, INTEGRAL и др. Именно данните от тези обсерватории, в обхвата на радио-, инфрачервения, оптичния, ултравиолетовия и рентгеновия диапазони и в гама-излъчването показваха, че в протозвезди, тесни двойни системи, сферични звездни купове, квазари, ядра на активни галактики, и др. протичат процеси с висока енергийна ефективност, характеризиращи се с бърза променливост, висока светимост в рентгеновия диапазон, нетоплинен спектър, силно поляризирано излъчване и т.н.

Изясняването на физиката на тези процеси е един актуален и съществен в астрофизиката проблем. Темата на представения за рецензиране дисертационен труд "Магнитохидродинамика на акреционен-дисков поток" и задачите поставени в него по своя обхват надхвърлят далеч общоприетите рамки на дисертация за ОНС доктор. И действително, целта на дисертационния труд, както е поставена е достатъчно обхватна: "Теоретично моделиране на магнитохидродинамиката на адвективен акреционен диск. Целта е разработване на аналитичен модел за изучаване структурирането на диска в процеса на неговото развитие в качеството му на отворена астрофизична система. Както и да се проследят предпоставките за възникване на корона в/от него."

### **3. Кратка характеристика на дисертационния труд**

Дисертационният труд, който е в обем 152 стр., се състои от 5 глави (увод, теория, теоретическо изследване, приложение при конкретни източници, заключение), литература, приложения, речник на използваните астрофизически термини и понятия и списък на приносите.

За разработване на дисертационния труд са използвани достатъчен брой литературни източници (128 бр.), 106 са от чужбина, останалите са от водещи специалисти в България и 9 са авторски публикации. По-голяма част от литературните източници са от последните години. Съдържанието на изложението показва, че те са съвременни и достатъчни по обем, за да спомогнат за точно представяне състоянието на проблема.

### **4. Методи за изследване**

За решаването на основните задачи, поставени в дисертационния труд са използвани следните методи и средства и подходи:

- математичен модел, аналитични трансформации върху системата векторни диференциални уравнения и компютърна и графична обработка на проблема с пакета Maple;
- приложение на теоретичната разработка върху експериментален материал;
- сравнение със симулации на подобни обекти направени от други автори.

Използваните методи са подходящо избрани и приложени за решаването на съответните задачи.

### **5. Характеристика и достоверност на научните приноси**

В увода на дисертацията (Глава I) се разкриват актуалността на проблема и необходимостта от неговото изследване и са основание за формулиране целта и задачите на изследването. Задълбоченият анализ на прилаганите

досега подходи във физиката на акреционни дискове и направените изводи са достатъчна база за избора на методите за тяхното решаване.

В глава II е направено описание на магнитохидродинамичните уравнения и подробен анализ на основните типове неустойчивости, ролята на адвекцията/конвекцията, съпротивлението, вискозитета и процесите на излъчване (топлинно и нетоплинно) и кратка характеристика на динамо механизма на генерация на магнитното поле. При направеното разглеждане е акцентирано върху ключови характеристики на неустойчивостите, които имат отношение към решаването на задачите, поставени в дисертацията.

Глава III разглежда 2D модел на акреционно-дискосв поток, модел на пръстен с локално нагряване, и разбира се, разширението на модела до 3D.

В глава IV са разгледани приложенията на резултатите получени в глава III за конкретни астрофизични обекти: Cyg X-1 и SGR A\*.

В глава V е направено заключение и препоръки за по-нататъшна работа по темата.

Изводите, получени в резултат на направените 2D и 3D анализи са правилно дефинирани, но коректни в само при определени, ограничаващи условия. Не всички допускания и условия са посочени експлицитно в дисертационния труд.

Поставените задачи в дисертационния труд са решавани в съответствие с поставената цел. Приложимостта на модела е представена и показана с примерните приложения и достатъчен на брой графики и 3D изображения на основните характеристики (или "периметри", ако използваме авторската терминология) на акреционния диск и представлява интерес за специалистите в областта на астрофизиката.

Получените приноси в дисертационния труд могат да бъдат отнесени към обогатяване на съществуващите знания за акреционен дискосв поток.

## **5. Авторско участие в получаването на приносите на дисертационния труд и публикациите по него.**

Съществена част от изследванията и резултатите от тях са представени от ас. Кр. Янкова на международни конференции, проведени в периода 2003-2012 г. и публикувани в съответните сборници (4 бр.), а други 7 работи са излезли в реферирани списания като Astron. Nachr.(изпратена и първи рецензии, 2012), J. Earth Science and Engineering (2012), Aerospace Res. и Bulg J. Phys. Шест от статиите и докладите са разработени самостоятелно (излезли в JESE, BJP) и 5 в съавторство (Л. Филипов и Д. Андреева). Количеството и качеството на съдържанието на публикациите достатъчно пълно представя същността на дисертационния труд.

## **6. Оценка на автореферата към дисертационния труд.**

Авторефератът вярно и точно отразява съдържанието на дисертацията. Той е достатъчен по обем и с подходящи илюстрации.

## 7. Критични оценки и забележки

Въпреки достоинства на дисертационния труд могат да бъдат очертани и някои слабости. Имам предвид следното:

1. *По уводна глава:* Като правило глава първа започва с изясняване на понятията, анализирани в дисертацията. В нея са формулирани и целта и задачите на дисертационния труд. Уместно е да се отбележи, че задачите, вж формулировките на първата и втората от посочените задачи, не са прецизирани – не са разграничени от целта на дисертационния труд.

2. *По глава III:* Тук авторът по същество конструира нестационарен, неосесиметричен модел на Кеплеров акреционен диск с адвекция, когато имаме нормално диполно магнитно поле на централния обект в магнитохидродинамично приближение. Посочени са общите допускания като геометрически тънък оптически плътен диск без самогравитация с псевдонютонов гравитационен потенциал, несвиваем еднокомпонентен и еднотемпературен флуид. Отбелязва се, че се разглеждат относително бавни процеси – в уравненията на Максвел се пренебрегва тока на отместване, а флуидът се счита несвиваем.

На стр. 52 е изведена авторова дефиниция за *коэффициенти на среща* – неяви функции, които ограничават търсенето на общи решения до решения от вида  $\sim \exp[\kappa(x \equiv r/r_0)\varphi]$ . Това предполага определена зависимост от азимуталната компонента  $\varphi$  еднаква за всички физически величини (“периметри”), характеризиращи диска, като плътност, скорост, налягане, магнитно поле и др., между които връзките в общия случай са дефинитивно нелинейни. Освен това, авторът не показва как от изходната система магнитохидродинамични уравнения: **3.16-24**, е изведена важната за аналитичния модел система уравнения **3.25-32**, в която влизат уравненията за коефициентите на среща и описват поведението на “периметрите” на модела. Всъщност в това се очаква да бъде основния принос на автора, който Кр. Янкова буквално поднася без разяснения. Редно е да се запита, къде другаде ако не в дисертационния си труд, авторът има пълната свобода да бъде разяснено и детайлно обосновано извеждането на *основната, базисна система уравнения на модела си на адвективен акреционен диск*, **3.25-32**, и то по начин да бъде разбран от интересувания се от тази проблематика читател? Така биха станали ясни и приближенията, които са направени и както и възможните ограничения за валидност на направения от автора аналитичен модел на адвективен акреционен диск.

Тази слабост на дисертационния труд (отсъствието на математическите стъпки, през които се стига до извеждането на основните уравнения) личи и

при извеждането на основните уравнения, описващи модел на т.н. “локално нагряване на пръстеновидна структура”. Тук използваният от автора подход е конвенционален, въвеждат се решения от вида  $\sim \exp [k_r r + i k_\varphi \varphi - i \omega t]$ . Независимо от това стъпките водещи до приетите от автора упростявания в анализа, отново не са посочени. Като изключим изрично посоченото от автора допускане, че ентропията не се мени (разбира се локално), авторът е направил и други допускания, които не са посочени в дисертационния труд експлицитно, но естествено могат да бъдат “заподозрени” от крайния вид на уравненията **3.47-49**. Тези допускания се оказват съществени за изясняване на условията на валидност на получените резултати, отнасящи се за устойчивостта на пръстена (на локално нагряване). Освен това е допусната грешка, която очевидно не е техническа, защото авторът изрично полага, че производната на ентропията по  $t$  е равна на нула. Да се запази производната по времето само в едно от уравненията на системата от уравнения, която описва процеса локално нагряване в пръстен, е недопустимо. Наистина при направените от автора допускания е пропусната възможността да бъдат намерени прагови условия на възникване на топлинна неустойчивост/нагряване от локален тип, което както се разбира по-нататък се оказва важно при нататъшен анализ на условията за възникване на корона в/от диска.

Илюстрациите допълват получените по аналитичен път резултати, те показват качествено еволюцията на процесите, които биха протичали в адвекционния акреционен диск, поне в началната им фаза, когато нелинейните ефекти все още не са съществени. Към това бих добавил и констатацията, че в дисертационния труд не е посочена дефиниционната област, в която са в сила получените от анализа резултати, а следователно и границите на валидност на предлагания от автора модел на адвективния акреционен диск.

За отбелязване е и факта, че авторът въвежда и използва, предполагам преднамерено, термина “периметър” вместо обичайно приетите понятия параметри.

3. По глава IV: В началото на главата е добре читателят да бъде въведен в нейното съдържание, както и експерименталния материал да беше изложен предварително. Така данните и изводите от качественото изследване биха могли да се открият по-ясно и да се видят предимствата на предлагания от автора модел, приложен върху експерименталните данни за изследваните обекти Cyg X-1 и SgrA\*. Също и какви са предимствата и недостатъците на другите модели на акреционен диск в сравнение с предлагания тук.

4. Посочени са 7 научни и приложни приноси. На базата на информацията, изложена в дисертационния труд принос № 1 определено се нуждае от редактиране, а принос № 3 – от ревизиране. По всеки от научните приноси следва да бъдат дадени и посочени експлицитно всички ограничаващи модела и получените резултати допускания и уточнения.

## 8. Заключение

В предвид обхвата на дисертационната тема, която надхвърля обичайните рамки за придобиване на ОНС доктор, предложената от автора методология за моделиране глобален модел на адвективен акреционен дисков поток, са добра основа за по-нататъшна работа по изследване на процеси на структуриране и генериране на локални образования в резултат на присъщите за такава система неустойчивости. Представените 2D и 3D модели и приложените илюстрации представляват безпорни авторски приноси и доказателство за авторското участие на ас. Кр. Янкова

Дисертационния труд отговаря на изискванията на ЗВО, ЗРАСРБ и ППЗРАСРБ.

Имайки предвид гореизложеното давам положителна оценка на дисертационния труд и предлагам на Уважаемото научно жури да присъди ОНС „доктор” на маг. ас. Красимира Димитрова Янкова по научната специалност 01.04.02. “Астрофизика и звездна астрономия”.

06.02.2013 г.



/Проф д-р Петко Неновски/