

## ВЛИЯНИЕ НА ГРАНИЦАТА В СИСТЕМАТА DISK-CORONA ВЪРХУ РАЗВИТИЕТО НА КОРОНАТА

Красимира Янкова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: f7@space.bas.bg*

**Ключови думи:** *адвекция; ОТО; АГЯ*

**Резюме:** *MHD- моделите на нестационарен акреционен диск показват появата на бързо развиваща се корона. Разглеждаме взаимодействието между компонентите и изучаваме структурата на потока в системата корона-диск.*

*Тук представяме теоретичния модел и резултатите: анализираме получените решения за 2D- и 3D-структурата на диска и влиянието на разпределенията върху вътрешната граница на системата. Разглеждаме значението на вида на границата, за обмена на енергия между компонентите. Ще обсъдим поведението на възникващите връзки на диска с другите елементи на квазарите.*

## INFLUENCE OF THE BOUNDARY IN THE SYSTEM DISK-CORONA OVER THE DEVELOPMENT CORONARY COMPONENT

Krasimira Yankova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: f7@space.bas.bg*

**Keywords:** *advection; GR; AGN*

**Abstract:** *MHD models of non-stationary accretion disc showed appear and quickly develop corona. We investigate the interaction between components and are studying the structure of the flow in the system disk-corona.*

*Here we present the theoretical model and the results: We obtained solution for the 2D- and the 3D-structure of disc. Analyze the influence of the distributions on inner boundary in the system. Discuss the significance of the type of the border for exchange of energy between components. We will discuss behavior of the emerging connections on the disk to the other elements of quasars.*

### 1. Въведение

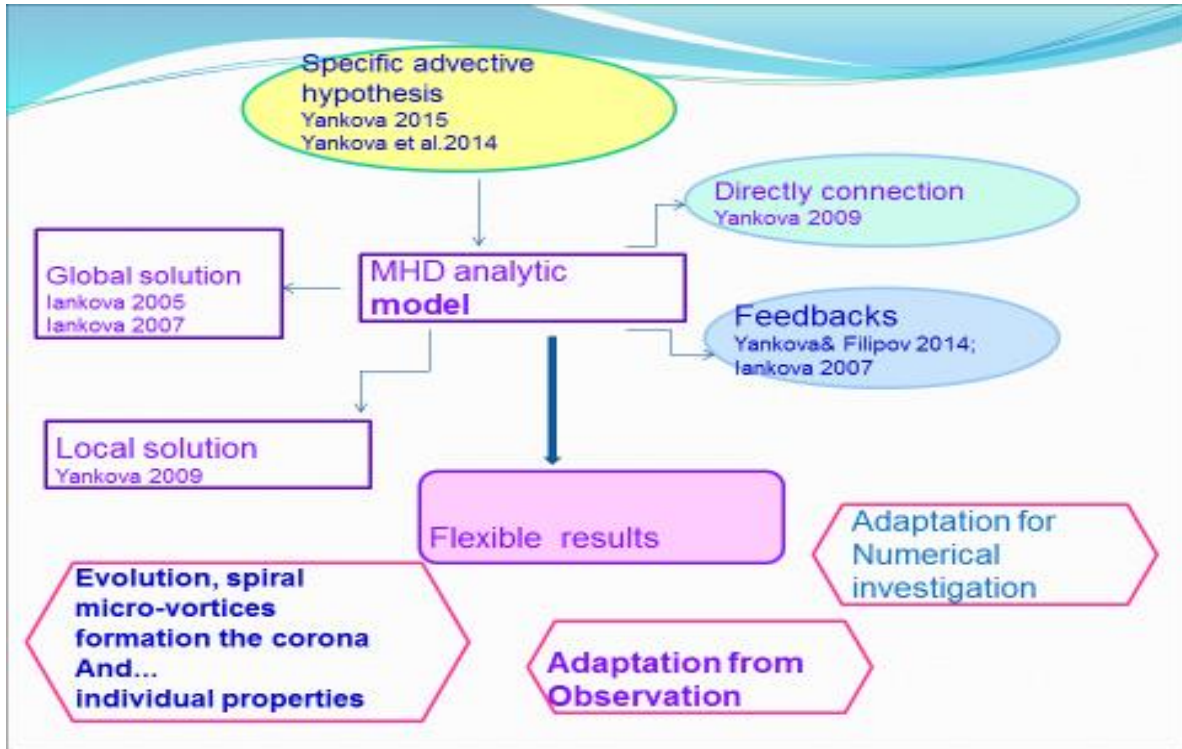
В теорията за AGN се търси единен модел от 1999 г. Въз основа на сходството на морфологията на обекта (ВН + диск + корона + джетове) и спектъра на струите при различни маси (CBS и AGNs) [5] изразяват хипотезата, че и в двата случая те са резултат от единичен механизъм. Тяхната идея е математически оправдана от връзката между излъчването на джетове с масата на ВН и акреционната активност. Хипотезата е тествана в стандартна класификация 1 до повече от  $10^6$  слънчеви маси. Измерванията показват линейна корелация ( $L_x$ ,  $L_R$ ), която може да бъде предсказана теоретично, което практически доказва хипотезата.

Унифицирания модел, който ние построихме въз основа на без-деформираща адвекция, позволява в областта на нелинейната физика да проведе аналитично изследване на структурата и еволюцията на галактични ядра: активни или спящи. В Моделът изграден върху концепцията за адвективното действие се проявяват правите и обратни връзки на механизма.

Обратната връзка е израз на скритата зависимост на вътрешната структура на потока от нелинейните ефекти в него. Ние я въведохме в уравненията чрез подходящи модификации във

ведещите параметри. Получихме и математически израз на пряката връзка, като резултат на локалния модел в нашето изследване. Той предоставя допълнителна информация за самоорганизацията на диска и завършва концепцията на модела.

Глобалните и локални развия на водещите параметри дават подробно описание на структурата на диска: спирали, вихрови структури, корони ... резултатите са приложими (гъвкави) към всеки обект с пълен набор от оценки на началните стойности на външния ръб и могат да покажат индивидуалните му свойства.

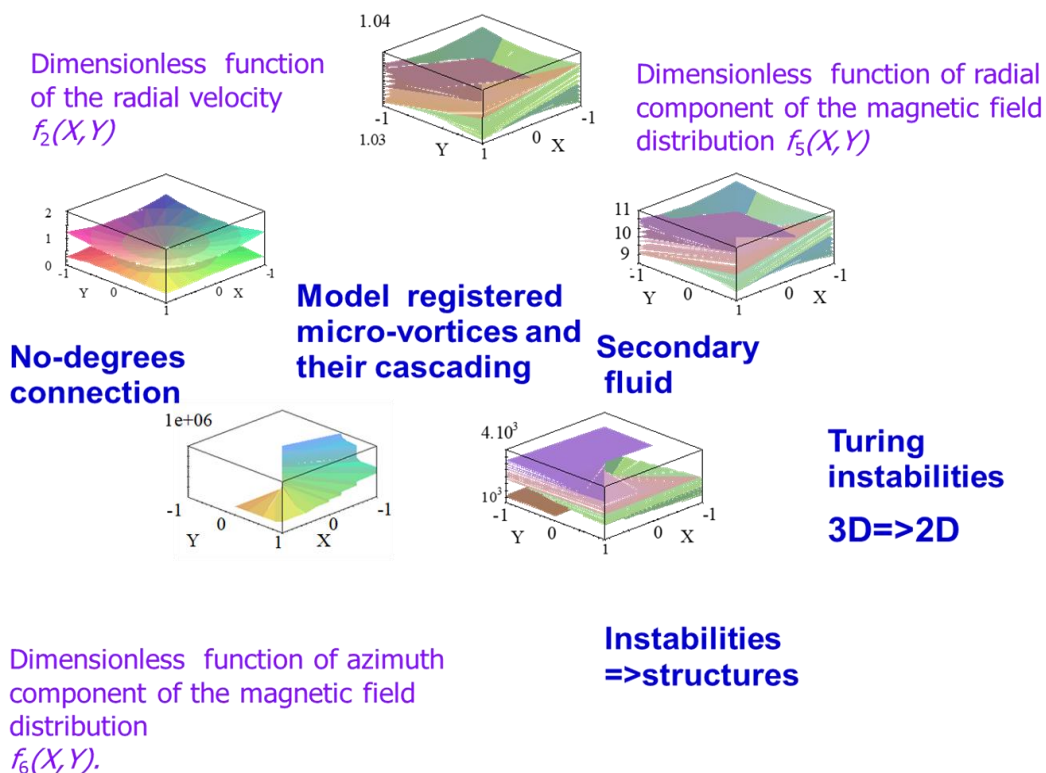


Фиг.1. Унифициран модел на AGN-акреционен диск

## 2. Анализ на резултатите

За да получим вярна представа за началните условия в развитието на короната и да анализираме правилно по нататъшната и еволюция е необходимо да проучим процесите по границата на системата диск-корона. Така ще вземем предвид влиянието на структурата на потока в първичния компонент, върху зараждащият вторичен компонент.

Прилагаме конструирания модел на реални източници. Например, да разгледаме резултатите от развитието на някои от водещите параметри в акреционния диск в ядрото на нашата галактика:



Фиг. 2. Разпределения на водещите параметри в равнината (XY), за SgrA \*

Фигура (2a) показва как скоростта на потока е разделена на два независими клона - радиалната скорост се увеличава и намалява едновременно. При фиксираната ъглова координата  $\phi = \text{const}$  може да се види забавен приток и едновременно изтичане. Подобно поведение предполага наличие на микро вихри в целия диск. Те са структури, а не проява на турбуленция, т.к. при нея скоростта няма да има точно две специфични приоритетни направления.

Поведението на магнитното поле  $f_5(x, \phi)$  (Фигура 2b, c, d), радиалния компонент потвърждава наличието и демонстрира съществуването на различни групи микровихри с енергиен обмен между ниски и високи хармоници в спектъра по размери - С други думи фрагментацията и консолидацията, придружени от абсорбцията на енергия.

Накрая, азимуталният компонент на магнитното поле  $f_6(x, \phi)$  нараства със скокове (Фигура 2e) показва ориентацията към конкретни групи размери. Нарастващата каскада от микро-вихри е инверсна. Затова допринася присъствието на Тюринг неустойчивост в потока, която подпомага превръщането на турбуленцията в ориентирани вихри. Микро-вихрите показват поведение на вторичния флуид в основния поток. Те имат безстепенна връзка и всеки зависи само от най-близките си съседи.

В [8] разпределенията на функцията на екваториалната плътност показват, че в диска са оформени зони с висока плътност (отворени-спирали) и с ниска плътност (затворени пръстени).

Подвижността на гранични разпределения на звуковите и магнитно-звуковите скорости (плаващи максимум и минимум) се дължи на цялостното взаимодействие между параметрите и влиянието на нелинейните ефекти в течението. Тези два типа скорости са най-чувствителни към обмена и разпределението на енергия в диска. Тяхното поведение, съчетано със наличието на развиващо се магнитно поле гарантира създаването на компактни (уплътнени) региони генетично несвързани със спиралите. Това са точно адвективните пръстени, които осигуряват затоплянето на подложката в основата на короната. Те създават необходимата среда на магнитното поле, за да прехвърля енергия между своите компоненти - по този начин се създава постоянна нестабилност в плазмата и условия адвекцията в диска да се поддържа в състояние на самоиндукция. Самогравитацията в пръстен се влияе пряко от уплътняването му. Тя контролира допълнителен механизъм на не-термично възбуждане на адвекцията (къдри многообразието), свързан с локалната метрика на пространство-времето [12].

Граничният корона-диск е особено важна, защото се проявяват ефектите от затоплянето в подложката: Затягането на адвективните пръстени към центъра в диска

вследствие отрицателната ентропия осъществява ново състояние. В класическата динамика адвективни пръстенът в диска е основният носител на скритата дейност. Доброто му описание в GR е важно и е особено ценно, защото адрективните пръстени са сегменти на адвективната спирала. Адвективните спирали са Кеплерови, защото се подчиняват на специфичните свойства на гравитационното поле на черната дупка. Те проследяват подложката на короната по целия път до центъра и поддържат връзките между елементите в квазара:

(1) Дисквата корона се развива на фона на метрика, асимптотична на Кер-Нюман без модификации: Отвъд хоризонта няма плоски орбити, успоредни на екваториалната равнина; (2) на границата адвективните пръстени допринасят за ускоряването на процеса на разтоварване на магнитните линии [3, 4] => намалява масовата плътност в короната, което причинява рязко увеличаване на оптичната прозрачност. Ниската плътност и слабата  $\Omega \rightarrow 0$  азимутното въртене в короната са причините, поради които тя не може да поддържа самостоятелно индуцираща адвекция. Това не означава, че не може да има вторично възбуждане на граничен режим, подтип на механизма на адвекция. По-бавният и относително студен плазмен компонент спрямо горещите потопени в него магнитни линии е добра предпоставка за развитие на двутемпературна суб-Едингтън адвекция.

В джетове, адвекцията произхожда като комбинация от коронарната и тази в течението, който е пропуснато от екваториялният прозорец. Освен това механизма е подсилен чрез допълнително възбуждане от взаимодействието с централното динамо и е супер-Едингтън адвекция.

### 3. Заключение бележки

В търсенето на обединен единен модел на AGN Микролещите са удобни за изследване на отдалечени източници и в комбинация с неатмосферни обсерватории предоставят изключително мощен метод за изучаване на въртенето на дисковете и картиране на компакния регион в ядрата на галактиките.

Наблюдателна програма от [1] регистрира на квазари в ядрото на повечето известни спирални галактики, включително нашата собствена (спящ). Тези източници показват идентична структура и сходна механизъм на развитие.

Моделът [2–4, 6–11] е завършен и ефективен в своята област на приложение, но отваря възможности за естествено бъдещо обновяване в две посоки:

- фундаментално - за разгръщане на концепцията на адвекция в условията на GR;
- Теоретично - моделиране на нововъзникналата мегаструктура - короната.

Действието на релятивистична адвекция, изгражда връзки между компонентите на квазара: косвено, като например по границата корона - диск; и или директно като адвективния винт, който е естествено продължение на адвективната спирала, след последната стабилна орбита на диска от вътрешния край до и в компакния обект.

Поляриметрията дава качествена информация за границите между елементите на квазара чрез вариациите в степента на поляризация. Може дори да се подобри емперично разпределението по границата в системата диск-корона – функцията  $H(x)$ . Спектрополяриметрията може да оцени дори разпределението и размерите на микраелементи (вихрови частици) от вътрешния строеж на акреционния компонент и да локализира относителното им движение в потока, чрез разликите в степените на поляризация в различните линии.

За да модулираме всички тези проблеми и да постигнем качествени тълкувания, ще търсим оптимални теоретични и експериментални инструменти, включително наблюдение на достатъчно голям брой източници, подходящи числени методи и методи на поляриметрия.

### Литература:

1. Abdo, A. A. et al. (2009), Ap J Letters, Volume 707, Issue 2, pp. L142-L147.
2. Iankova, Krasimira, 2007 "Evinces of interaction of flow in disk with magnetic field", Bulg. J. Phys. (2007) vol.34 no.s2 pp. 326–329, Heron Press Ltd.Science series, pp. 326–29, 2007.
3. Iankova, Kr. D., 2007, "Accretion disk with advection and magnetic field", BG-Ursi School and Workshop on Waves and Turbulence Phenomena in Space Plasmas, 1–9 July, 2006, Kiten, Bulgaria, BSSPP Proceedings, Series No. 1, pp. 143–146,
4. Iankova, Kr.D.,2009, "Stability and evolution of magnetic accretion disk", Publ. Astr. Soc. "Rudjer Вољкови ", No. 9, 327–333. Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković", No. 9, pp. 327–333, Belgrade (2009). [http://aquila.skyarchive.org/6\\_SBAC/pdfs/31.pdf](http://aquila.skyarchive.org/6_SBAC/pdfs/31.pdf);
5. Machida, M., Hayashi M. R., Matsumoto R., arXiv: astro-ph/9911291, 16 Nov 1999.
6. Yankova Krasimira, 2012, Structure of accretion disk in the presence of magnetic field, Publications of the Astronomical Society "Rudjer Boskovic", vol. 11, pp. 375–383. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2012PASRB..11..375Y>

7. Yankova, Kr.D.: 2013, Generation and development of the disk corona, Proceedings of the VIII SerbianBulgarian Astronomical Conference (VIII SBAC), Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" vol. 12, 375-381. [http://wfpdb.org/ftp/8\\_SBAC\\_D1/pdfs/34.pdf](http://wfpdb.org/ftp/8_SBAC_D1/pdfs/34.pdf)
8. Yankova, K., Filipov L., Boneva D., Gotchev D., 2014, Nonlinear physical processes of accretion flows - results and developments, BgAJ , Volume 21, p. 74.
9. Yankova, Kr., 2014, Theoretical analysis on the development in relationships of the system disk – corona, Proceedings SES 2014, ISSN 1313-3888 , 35-40, 2015.
10. Yankova, Kr.: 2015a, MHD of accretion-disk flows, BgAJ, Vol. 22, p. 83. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2015BglAJ..22...83Y>
11. Yankova, Kr.: 2015b, Behaviour of the flow on the boundary in the system disk-corona, Proceedings of the IX Bulgarian-Serbian Astronomical Conference: Astroinformatics (IX BSACA), Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković" No 15, 2015, 107–115.
12. Yankova, Kr.: 2017, Inter-component connections in Quasar, SSTR1-BAN, Sofia, Proceedings SES 2017, ISSN 1313-3888, 85–88, 2017.