

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

тема: „Поляриметрични и Фотометрични изследвания на блазари“

автор: Владимир Веселинов Божилов, докторант в Софийски Университет  
„Св. Кл. Охридски“, Физически Факултет, Катедра Астрономия

от проф. дфн Радослав Костадинов Заманов - Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, Българска Академия на Науките

**Данни за кандидата:** Владимир Веселинов Божилов е роден на 17.01.1986. През периода 2004 – 2009 е студент във Физически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”. През 2000 г. придобива степен Магистър по Астрофизика и Астрономия. От 2010 до 2013 г. е докторант в Катедра Астрономия, Физически Факултет.

Владее на отлично ниво английски и френски. Участвал е в COST summer School (Гърция), Asiago winter School (Италия), Ватиканската лятна школа по Астрономия (Италия), workshop във Франция, лятно училище в Турция, в конференции на съюза на Астрономите в България.

Сътрудник е научно популярните списания „BBC Знание“, „Обекти“, и „Осем“ (в които има повече от 20 научно популярни публикации). Съавтор е на 2 книги: „Живот и Вселена“ и „Архео-Логика I: евристичен подход към свещените символи и знания“. Участвал е научно популярни предавания по националното радио и в телевизионни канали.

**Публикации:** В. Божилов има 13 научни публикации в български и международни астрономически издания. Резултатите от дисертацията са отразени в 7 публикации. От тях две са в едно от най-авторитетните световни астрономически списания: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS, импакт фактор 5.5). Заслужава да се отбележи, че той е първи автор в една от тези статии: „Optical photopolarimetry of blazar OJ287“ Bozhilov, V., Ovcharov, E., Nikolov, G., 2014MNRAS.439..639B. Има една публикация в Bulgarian Astronomical Journal, три в Astronomers Telegram, както и една публикация в International Journal of Astrobiology.

**Цитируемост:** аз забелязах 2 цитата на статията Raiteri et al. [2013MNRAS.436.1530R](#). Има ли забелязани други цитати?

**Актуалност на тематиката:** изучаването на активните галактични ядра е една от най-динамичните области в съвременните астрофизически изследвания. Това са астрофизични обекти с голяма светимост видими на много големи разстояния, чиито наблюдения играят в момента ключова роля за нашето разбиране за строежа и еволюцията на галактиките и вселената. Дисертационния труд на В. Божилов е фокусиран върху блазари, специален клас активните галактични ядра, видими от към полюса на акреционния диск.

Представения дисертационен труд се състои от 116 страници, разделен е на шест глави и са цитирани 126 литературни източника. Има 39 фигури и 9 таблици. За обработката на наблюдателните данни са използвани стандартни процедури на IRAF и IDL. За получаване на инструменталните звездни величини е правена апертурна фотометрия.

**В Глава 1** са сумирани публикациите и докладите по темата на дисертацията. Формулирани са конкретните цели и задачи.

**В Глава 2** е направен преглед на историческото развитие на знанията за квазарите. Отбелязани

са основните характеристики на Активните Галактични Ядра и обединения модел.

**Глава 3** - В тази глава са представени най-добрите резултати от настоящата дисертация - фотополариметрични наблюдения на блазара OJ 287. OJ 287 е пекулярно активно галактично ядро (блазар) с червено отместване  $z=0.306$ . Практически това е единственият от този тип обекти, за който има доказана периодичност в променливостта на блясъка. В част 3.3 са сумирани основните модели и изискванията към тях базирани на идеята за двойна черна дупка. В 3.4, 3.5 и 3.6 са дадени описания на поляризираното лъчение, на уредите за измерване на поляризацията, и на параметрите на Стокс, на извеждането на уравненията на Стокс, и на връзката между теоретичните и експерименталните параметри. В част 3.8 са представени използваната апаратура, оптична схема на фокалния редуктор, фокалната маска и методиката на измерванията. Описани са корекциите и е аргументиран избор на апертурния радиус.

В дисертацията са представени резултатите от оригинална наблюдателна кампания, състояща се от наблюдения в 5 различни нощи в периода от ноември 2012 до април 2013. Наблюденията са получени с 2м Ричи-Кретиен-Куде телескоп на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен. Използван е фокален редуктор FoReRo2 и разделител на цветовете, който предава светлината с дължина на вълната по-голяма от 5800 ангстрьома към червения канал, и отразява тази с дължина по-малка от 5100 Ангстрьома към синия канал. Използван е специален оптически елемент с две призми на Wollaston, комбинирани да образуват поляример, които дава четири поляризирани снопа с ориентации  $0^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ , и  $135^{\circ}$ . Тези инструменти и уравненията на Стокс дават възможност за определяне на поляризацията.

За да се определи инструменталната поляризация са използвани три различни стандартни звезди с ниска поляризация и три с висока поляризация. Получени са над 200 отделни CCD кадъра за OJ 287. Времената на експозиция 60 и 300 секунди са добре подбрани за да се достигне достатъчно отношение сигнал/шум. Получени са над сто CCD кадъра за стандартните звезди. Времената на експозиция за тях правилно са направени кратки (0.1 - 3.0 секунди) поради тяхната яркост.

Получени са над 25 оценки на блясъка в R филтър за блазара OJ 287, като е достигната много добра точност 3-8 мили звездни величини.

Определена е поляризацията в R филтър и позиционния ъгъл (P.A.). Сумарно са получени 14 измервания. Измерената поляризация е между 4.9% и 25.6%. Достигната е точност от около 3.5% до 13%, което е един добър резултат. Измерен е поляризационния ъгъл. Стойностите му са измерени от  $62^{\circ}$  до  $172^{\circ}$ . Достигната точност е 2-3<sup>o</sup> ден. Наблюдаваните вариации в позиционния ъгъл съответстват на въртене на равнината на поляризация 5.8 (с грешка 0.03) градуса на ден, което е сравнимо с други оценки. Наблюдаваната промяна вероятно се дължи на промени в магнитното поле на структурата (джета).

Намерени са индикации за корелация между поляризацията и блясъка в R филтър, което е в съгласие с модела за двойна черна дупка.

Това са много важни изследвания, които могат да играят ключова роля за тестване на теоретичните модели на блазара OJ 287.

Поляризационните наблюдения са много модерен метод. Те са и много трудни за осъществяване. Затова факта, че са получени и публикувани заслужава адмирации и аз силно им препоръчвам в бъдеще да продължат поляриметричните изследвания и да разширят броя и вида на наблюдаваните обекти.

**Глава 4** - Многовъълнови изследвания на блазара VL Lac. На Фиг.4.3 е представена кривата на блясъка от февруари 2008 до октомври 2012 във филтър R. В Таблица 4.1 са представени оригинални фотометрични наблюдения на VL Lac, в BVRI филтри, проведени с 35 см Нютон телескоп на в наблюдателния център на катедра Астрономия (САО Плана). Резултатите са

включени в статията Raiteri C., Villata M., D'Ammando F, et al. 2013, MNRAS, 436, 1530, в която В. Божилов е един от 78 съавтори - това е един от начините за правени на сериозни изследвания в съвременната астрофизика. Анализът показва практически нулево забавяне ( $0 \pm 1$  ден) между оптичното и гама излъчването, което говори че те възникват в една и съща област.

Фактът, че дисертанта е успял да се включи в една такава международна кампания, в която участвуват учени от повече от десет различни държави (в това число от Италия, Испания САЩ и др.), заслужава поздравления. Това също показва, че получените данни са с добро качество.

## **Глава 5 Фотометрични изследвания на други блазари**

Представени са фотометрични многоцветни (BVR) наблюдения на блазара Mrk 421 в периода 2011-2013 и е построена кривата на блясъка в R филтър. Представени са фотометрични многоцветни (BVRI) наблюдения на блазара Mrk 501 в периода 2011-2013 и е построена кривата на блясъка в R филтър. Фотометрични данни за блясъка в R филтър са проведени с 2м телескоп, Шмид телескоп на НАО Рожен, и телескопа на САО Плана. Достигната фотометрична точност е 0.01- 0.10 звездни величини, което е една добра стойност. Представени са също фотометрични данни за други 20 блазара от списъка за мониторинг на международната кампания WEBT, чиято цел е получаване на продължителен с висока временна плътност мониторинг.

Публикувани са 2 телеграми ATel 4546 (за PKS 0507+179 BVRI на 2012 November 04), ATel 5564 (B2 2308+34 VRI 2013/10/29 и 2013/11/02 ), в които е отразено актуалното състояние на видимата звездна величина на наблюдаваните обекти. Това е една добра основа за бъдещи по-сериозни изследвания на променливостта на блясъка на тези обекти, и вероятно ще има още публикации.

**Глава 6** - е дадено кратко заключение и са сумирани основните приноси от дисертацията.

Представеният автореферат отразява правилно съдържанието и резултатите от дисертационния труд.

Въпрос относно модела за двойна черна дупка (фигура 3.6): От къде идва материята за акреционния диск? Има ли акреционен диск около втората чера дупка? Има ли джетове от втората черна дупка?

Въпрос: в статията Gaur et al. [2014ApJ...781L...4G](#) Anti-correlated Optical Flux and Polarization Variability in BL Lac. Как се отнася това към вашите резултати за OJ 287?

Забележки: Фигура 3.6 - можеше да бъде малка модифицирана (например надписите да са на български) а не взета наготово. Фигура 3.7 - също е взета наготово. Фигура 3.8 Фигура 3.14 Това поражда въпроса: Колко от фигурите в дисертацията са направени от автора и колко не са?

В дисертацията се говори за наблюдения във филтър В на OJ 287 (стр. 64 последния ред) - къде са тези наблюдения?

Въпрос: Защо в Таблици 5.1, 5.2 5.3 юлианския ден (JD) е даден с точност 8 знака след десетичната точка?

На базата на представената дисертация на тема „„Поляриметрични и Фотометрични изследвания на блазари““, научните резултати, публикуваните научни и научно популярни статии, широкия му мироглед и цялостната дейност на **Владимир Веселинов Божилов** се обръщам към научното жури с предложение да присъди образователната и научна степен „доктор“ на **Владимир Веселинов Божилов**.

София 20.03. 2014



член на журито:

проф. дфн Радослав К. Заманов  
Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, БАН