

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.1 Физически науки, специалност астрономия и астрофизика

тема: „Червените нови като продукт на звездни сливания“

автор: Александър Атанасов Куртенков, Софийски Университет „Св. Климент 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: Александър Атанасов Куртенков е роден на 8.03.1991. През периода 2008-2013 е бил студент във Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ като получава степени бакалавър (2012 г.) и магистър (2013 г.). От 2010 до сега работи като оператор на 2.0 m телескоп на Националната Астрономическа Обсерватория „Рожен“. От 2014 до 2017 е редовен докторант в катедра Астрономия, Физически Факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“. Владее немски и английски език.

Участвал е в Европейска седмица на астрофизиката и космическите науки EWASS-2015 (Тенерифе, Испания) в OPTICON Awareness Conference 2013 и 2014, NEON Observing Summer School 2014, участвал е в три научни конференции на съюза на астрономите в България.

Дисертацията **„Червените нови като продукт на звездни сливания“** съдържа 141 страници, и се състои от въведение, 5 глави и глава 6, в която са сумирани научните приноси на дисертацията. Дисертацията е базирана на обширен наблюдателен материал получен от 6.0 m телескоп на Специалната астрофизическа Обсерватория, Русия, 2.5 m NOT, Ла Палма, Испания, 2.0 m RCC телескоп на НАО Рожен, 1.0 m LCOGT McDonald, USA, 65 cm Ondejov, Чехия, 60/90 cm Schmidt Konkoly Унгария, 50/70 cm Шмид телескоп на НАО Рожен, 50 cm Cassegrain на Университета в Лестър (Leicester, UK), 30 cm телескоп ИРИДА, данни от телескопа Кеплер и експеримента OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment, базиран в Las Campanas Observatory), Canada–France–Hawaii Telescope (Mauna Kea, САЩ). Част от наблюдателния материал е получен лично от А. Куртенков.

Червените нови са избухвания, които могат да бъдат по-мощни от класическите нови звезди. Те са ярки в първите седмици и след това блясъка им спада. Разширение на оптически плътната обвивка е със скорост около 300-500 км/с. В максимума на блясъка светимостта е от 10 000 до 10 000 000 слънчеви светимости. След това температурата на ефективната фотосфера се понижава и около обекта се формира прах. Спектъра им се изменя и става късен М или L свръхгигант. Към настоящия момент са известни десетина такива обекта.

Дисертацията изследва как се получават такива сливания? Какви са звездите преди сливането? Има ли обекти за които би могло да се очаква такова сливане в близко бъдеще?

Глава 1 разглежда контактни двойни звезди и еволюция в обща обвивка. Дадени са основните уравнения от небесната механика. Разгледани са различни типове двойни звезди - контактни, полуконтактни и разделени двойни, затъмнително двойни звезди (типове EA, EB, EW), еволюцията в обща обвивка и следствията от нея.

Глава 2 разглежда червени нови звезди и звездни сливания. Представени са основните характеристики на избухванията на новите звезди и на свръхновите звезди. Разгледани са наблюдателните характеристики на прототипите M31 RV, V4332 Sagetarii и V838 Monocerotis. Разгледан е модела за звездно сливане на Soker & Tytenda (2003) и Tytenda & Soker (2006). Разгледан е подробно случая на V1309 Sco, при която наблюденията преди избухването показват, че това е била контактна двойна звезда, която е имала орбитален период 1.44 дни намаляващ експоненциално.

В част 2.5 са систематизирани известните червени нови към момента - червени нови подобни на V838 Mon (9 броя), предполагаеми исторически червени нови (2 броя) и 4 броя оптически транзienti със сходни наблюдателни параметри.

В част 2.6 са разгледани физическите механизми на загуба на ъглов момент - „нестабилност на Дарвин“, навлизане на системата в дълбок контакт, загуба на материя и ъглов момент през външната точка на Лагранж.

В Глава 3 е разгледано накратко търсенето на нови звезди в M31 галактиката Андромеда. Описани са телескопите, начина за обработка на изображенията и методиката за откриване на оптически транзienti.

въпрос: Смятате ли да разширите изследването с търсене на нови звезди в друга близка

галактика?

Има ли други подобни проекти? (напр. на 2.0m Liverpool telescope M. Darnley et al. Какви са според вас предимствата и слабостите на българска наблюдателна база?)

Глава 4 представя задълбочено изследване на червената нова звезда M31N 2015-01a. Другото име на обекта е M31LRN 2015. Това е оптически транзиент (2015M31LRN 2015 - класифицирана към intermediate luminosity optical transients ILOTs), червена нова, както показват дисертанта и съ-автори, която избухва в M31 през януари 2015. Това е първото явление от този род в мъглявината Андромеда от 1988 год.

Направена е астрометрия, като са използвани са каталозите PPMXL и LGGS. Достигната е добра точност на ректасцензията и деклинацията $\pm 0.05''$ дъгови сек.

Представени са резултати от фотометричен оптически и спектрален мониторинг за периода януари - март 2015. Получена е точна крива на блясъка за 70 дни в четири цвята B, V, R, и I в системата Johnson-Cousins. Фотометричните обработки са правени с IRAF използвани са четири звезди за сравнение, които са на по-малко от 1.6' от обекта. Цветните индекси B-R, V-R, R-I достигат минимум 2-3 дни преди максимума на блясъка и нарастват след това.

въпроси: Фиг. 4.3 - защо не е даден B-V, който е най стандартния индекс?

Спадането на блясъка е със скорост t_2 около 50 дни във филтър R. Спадането във V е с 4 зв. величини за 50 дни. Според автора това е бавно спадане - стр. 3 автореферат. въпрос: Спрямо каква скала е бавно?

(Fast novae - with a rapid brightness increase, followed by a brightness decline of 3 magnitudes — within 100 days.)

Получени са спектрални наблюдения с 6.0m телескоп на CAO, 10.4 m, Gran Telescopio Canarias и 2.0 m телескоп на НАО Рожен. Те показват, че спектралния клас на обекта се променя от F5I до F0I за 6 дни преди максимума и достига K3I за следващите 30 дни. Разгледани са инфрачервените наблюдения в J, H, K, които показват, че през юни 2015, около звездата се е образувало значително количество прах с температура под 1800 K.

Оценено е междузвездното почервяване $E(B-V) = 0.44 \pm 0.08$, като са комбинирани, колонковите плътности на водорода с отношението газ-прах. Изчислена е абсолютната звездна величина в максимум е $M(V) = -10.13 \pm 0.30$, и максималната светимост в интервала $6.5-12.0 \times 10^5 L_{\text{sun}}$.

В 4.4 са разгледани възможните прародители на обекта според различни автори. Тук приноса на дисертанта е малък, но включването на такъв параграф показва задълбочените му познания по тематиката.

Фотометричните и спектроскопичните наблюдения на M31LRN 2015 показват, че обекта е червена нова подобна на V838 Monocerotis. Досега са известни малко на брой, такива обекти, което прави всеки от тях много важен за разбиране на физиката на явлението червена нова.

Въпрос: какво е мнението ви за хипотезата, че M31LRN 2015 не е продукт на сливане, а на акреция и изстрелване на джет - напр. Soker & Kashi 2016, MNRAS 462, 217.

В Глава 5 е посветена на търсене на кандидати за звездно сливане. Архивните наблюдения на V1309 Sco предоставят уникалната възможност да се проследи звездното сливане от спокойна фаза (затъмнителна двойна звезда с намаляващ орбитален период) до динамичната фаза (избуване на червена нова, и продукт от сливането потопен в прах).

В 5.1, използвайки данните VSX (Variable Star Index) database и Sloan Digital Sky Survey (SDSS), авторът е избрал 23 контактни двойни звезди с периоди 1.1-1.8 дни и температура 4200-4800 K, които отговарят на гиганти K0-K3 и са подобни на V1309 Sco преди избухването. За тези 23 контактни двойни са дадени орбиталния период, звездната величина във V, амплитудата на променливост, ефективната температура и грешката на измерване на температурата. Дадена е и пълната екстинкция през Галактиката в посока на обекта, която е максималната възможна екстинкция до него. За 15 обекта изчислената температура е в интервала 4200-4800 K и максималното възможно междузвездно почервяване е по-малко от 0.07. Ако са коректно класифицирани като контактни двойни звезди от тип W UMa, те може би имат параметри подобни на V1309 Sco преди избухването.

В 5.2 е използван каталога на затъмнителните двойни от Kepler. Анализирани са системи с промени във времето на затъмнение (eclipse timing variations, ETV). Намерени са 2 контактни двойни звезди, за които втората производна на O-C е отрицателна $d^2(O - C)/dt^2 < 0$ и ETV кривата е обърната парабола. Това са KIC 9840412 (орбитален период 0.88 d) и KIC 10292413 (орбитален период 0.56 d), които могат да бъдат контактни двойни с намаляващ период, които са кандидати звездно сливане.

Предлагам на А. Куртенов да опита да направи прогноза за времето (напр. с точност до 1 година) когато ще настъпи звездно сливане при тези обекти.

В глава 5.3 е проведено фотометрично и спектрално изследване на КIC 9832227. Фотометричното изследване наблюдения от 11 нощи във филтри V и B. Построена е орбиталната крива на блясъка във V, която показва отместване, което е свидетелство за O - C ефект и че орбиталния период се скъсява с ускорение. Получени са спектри с фокалния редуктор FORERO2 на 2.0 м телескоп на НАО Рожен. Получения спектър е типичен за звезда от спектрален клас около G8 с абсорбционни линии на H-alpha, H-beta, NaID, MgI, FeI. Според дисертанта, КIC 9832227 е сериозен кандидат за звездно сливане в следващите десетина години. Резултатите от изследването са предложени за публикуване в *Astronomische Nachrichten* (Kurtenkov & Popov 2017, *Astronomische Nachrichten*, submitted).

въпрос: какъв според вас е продукта от сливането в V1309 Sco (какво се крие зад праха)?

В Глава 6 са направени обобщения на научните приноси, в които коректно е посочен личния принос на дисертанта.

А. Куртенков има общо над 30 публикации, в това число 8 реферирани и 3 в списания с импакт фактор над 1.0. От тях в дисертацията са включени 4 реферирани статии и 12 телеграми. Специално заслужават да се отбележат публикациите, в които той е водещ автор:

- Kurtenkov, A. A., Pessev, P., Tomov, T. et al., „The January 2015 outburst of a red nova in M 31“ : 2015, *Astronomy and Astrophysics*, 578, L10-L13, която има 10 цитирания
- Kurtenkov, A., Tomov, T., Fabrika, S., et al., „M31N 2015-01a - A Luminous Red Nova“ : 2015, *The Astronomer's Telegram #7150*, която има 10 цитирания
- Kurtenkov, A., „Searching for twins of the V1309 Sco progenitor system: a selection of long-period contact binaries“ : 2017, *Bulgarian Astronomical Journal*, 26 (самостоятелна публикация)

Забележка: В pdf-файла има разминаване между номерацията на страниците, може би да го коригирате в окончателната версия (например с `\clearpage` и `\setcounter{page}{9}`).

ЦИТИРУЕМОСТ на резултатите: Общия брой на цитатите на публикациите от дисертацията е 24, в това число 20 цитата на публикации, в които А. Куртенков е първи автор. 6 от цитатите са в най-реномираните световни списания по астрономия и астрофизика с импакт фактор над 4.

Заключение: Това е една много добра дисертация. Представеното изследване е задълбочено, базирано на обширен и висококачествен наблюдателен материал, и удовлетворява всички академични изисквания. Предлагам научното жури да присъди образователна и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.1 Физически науки на Александър Атанасов Куртенков.



София 17. 02. 2017

рецензент:

проф. дфн Радослав К. Заманов

Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория

Българска Академия на Науките