



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационния труд за получаване на образователно-научната степен “ДОКТОР”
на Румен Г. Богдановски, докторант в Института по Астрономия на БАН,
направление 4.1 Физически Науки, научна специалност „Астрофизика и звездна астрономия”
на тема “Бърза променливост при избрани хромосферно активни звезди джуджета и
апаратура за изследването им”
изготвена от проф. д-р Таню Русинов Бонев,
Институт по астрономия с Национална астрономическа обсерватория

В представения дисертационен труд Румен Богдановски изследва хромосферната активност на 2 звезди джуджета, както и специално разработената от него за целите на това изследване апаратура и програмно осигуряване. Изследването на бързата променливост при хромосферно активни звезди джуджета, особено когато е базирано на дълги временни редове, получени с висока разделителна способност, представлява актуална тематика, която попълва с нови детайли теорията на звездното динамо. Авторът познава добре съвременното състояние на изследванията по тематиката, индикации за което се намират, както в текста на дисертацията, така и в обема и съдържанието на цитираната литература.

Дисертацията обхваща общо 170 страници, на 95 от които е разположен основният текст, а останалите съдържат приложения и библиография със 114 цитирани източника. Дисертацията е разделена на Увод, три глави и Заключение, към които са добавени списъци с приносите, списъци на публикации по темата, на доклади, постери и забелязани цитирания. Тя съдържа 6 таблици и 31 фигури, повечето от които са комплексни (с повече от един панел). Оформлението е много добро, структурирането помага на читателя да се ориентира бързо, преглеждайки съдържанието в самото начало.

В Увода авторът представя обща информация за хромосферно активните звезди, описвайки ролята на магнитното динамо за техните избухвания. Тук е аргументирана необходимостта от получаването на повече фотометрични данни за техните избухвания, с висока скорост и висока прецизност. Достоверността на данните, особено когато те се характеризират с ниски амплитуди и бързи вариации, изисква такива наблюдения да се получават синхронно, от няколко обсерватории, с големи разстояния между тях. Авторът е представил най-общите изисквания към една такава система и двата обекта, за изследването на които тя е послужила, EV Lacertae и AD Leonis.

Глава I е разделена на три части, първата от които е посветена на исторически бележки,

класификация и общи характеристики на хромосферно активните джуджета. Тук авторът разглежда промяната в свойствата на тези обекти в зависимост от спектралния клас и свързаните с него маса и температура на звездите. Така например звездите от спектрален клас G0, подобни на Слънцето, имат сравнително малка конвективна зона, около 30% от радиуса на звездата, а звездите около клас M3.5 са напълно конвективни. Тези разлики са от съществено значение за топологията на магнитното поле, което от своя страна е тясно свързано с характеристиките на регистрираните избухвания. Втората част в тази глава е посветена на бързата фотометрия, като неизбежен метод за изследване на звезди с бърза променливост. Тук авторът демонстрира завидно познаване на устройството на съвременните детектори, използвани за фотометрия в оптичния спектрален диапазон, както и на детайлите за тяхното управление. Вземайки предвид изискванията за висока чувствителност, бързо време на реакция и нисък шум, авторът стига до извода, че най-подходящи за регистриране на кратковременни вариации с малки амплитуди се явяват фотоумножителите, работещи в режим на броене на фотони. Представени са и принципите на работа и характеристиките на този режим на работа на фотоумножителите. Последната, трета част на Първа глава, е посветена на целите на изследването, включващи данни за EV Lacertae и AD Leonis, двете често избухващи M джуджета, които са обект на изследване по-нататък и които се характеризират с комплексна повърхностна топология на магнитното поле.

Във глава II на дисертацията авторът описва изградената с негово решаващо участие мрежа от отдалечени телескопи за бърза синхронна фотометрия. Мрежата отговаря напълно на изискванията за регистрация на високочестотните явления, които съпровождат звездните избухвания. Долната граница на времената на интеграция е 0.001 сек., без мъртво време между интеграциите, а синхронизацията на времето между отделните телескопи се постига с използване на GPS приемник на всеки от тях. Системата се управлява от софтуер, в който има модули за управление на телескопа, на филтърния блок, на фотометъра, а така също и за първична обработка на данните и тяхната визуализация в реално време.

Глава III на дисертацията е посветена на изследването на двете хромосферно активните звезди джуджета, EV Lac и AD Leo. Представени са резултатите от данни, получени през 14 нощи наблюдения на EV Lac през септември 2004 г., използвайки различни фотометри на телескопи в 4 обсерватории, участници в мрежата - Крим, Терскол, Стефанион и Рожен (+Белоградчик). След отстраняване на нискочестотната част от данните за избухването на 14 септември се наблюдават остатъчни високочестотни осцилации с ниска амплитуда на интензитета, от 0.04 около максимума на избухването до 0.02 по време на спадането на блясъка през следващите около 20 секунди. Наблюдава се добра корелация между фазите и амплитудите на тези осцилации, получени от данните на три различни телескопа, което е силен аргумент за тяхната достоверност. Тъй като наблюдаваните осцилации продължават почти с постоянна

амплитуда до спадане на интензитета на по-малко от 20% над минимума преди избухването, естествено изниква въпросът дали такива осцилации не присъстват постоянно при EV Lac, дори по време на спокойната фаза между избухванията? Второто анализирано избухване, на 12 септември, също показва остатъчни осцилации с няколко периода, доминиращ от които е най-ниско честотният, с период 17 секунди. Чрез анализ на промяната в цветовете по време на избухванията е определена проекцията на площта, участвала в избухванията, малко над 1% от площта на звездния диск. Анализът на хромосферната активност на звездата AD Leo е базиран на 35 избухвания, регистрирани по времето на 6 наблюдателни кампании, проведени с 2м и 60 см телескопи на НАО и с 60 см телескоп на АОБ, в периода януари 2006 г. – февруари 2008 г. Определени са честотата на избухванията, между 1.11 избухвания/час за 2006 г. и 0.45 избухвания/час за 2008. В комбинация с предишни данни от други автори е определен и цикълът на активност, 7.91 години. За търсене на високочестотни осцилации по време на избухванията е използван уейвлет анализ. Някои от регистрираните избухвания показват многократни максимуми с постепенно намаляваща енергия, което би могло да се обясни с комплексно взаимодействие на магнитните полета от една или няколко активни области. В други случаи, известно време след първото избухване (от няколко минути до няколко десетки минути), се наблюдават вторични избухвания, които биха могли да бъдат физически свързани, т.е. смущенията генерирани от първото избухване биха могли да играят ролята на тригер за следващото. Само в един случай анализът показва наличие на остатъчни високочестотни осцилации, които започват около максимума на избухването с период 80 сек., последвани от осцилации с периоди 45 сек. и 60 сек. Наблюдаваните високочестотни осцилации при двете хромосферно активни звезди представляват богат материал за моделиране на избухванията, чрез използване на магнитохидродинамика в комбинация с радиативни процеси, за определяне причините на избухванията и техните характеристики – височина на магнитните примки, плътност и температура на плазмата, сила на магнитното поле и други.

Оформлението на дисертацията е професионално. Има само няколко формални несъответствия, които не се отразяват на научното съдържание на работата. Така например, на страница 74, началото на първия параграф започва с „*The wavelet transformations are depicted as time versus period...*”, докато в действителност всички фигури по-нататък показват „*...period versus time...*”. Също така би било по-добре целите на дисертацията да се споменат още в Увода, а не едва в края на глава II.

Авторефератът е изготвен в съответствие с изискванията и представлява добре синтезирано и балансирано обобщение на целите, методите и резултатите, описани в дисертацията.

Основните приноси на представената дисертация са следните:

1. Регистрирани са едновременно на три телескопа високочестотни оптични осцилации по време на избухвания на хромосферно активната звезда EV Lac.
2. Цикълът на активност на звездата AD Leo е определен на 7.91 години, с което е потвърден и уточнен заподозреният от Pettersen et al., (1986) цикъл от приблизително 8 години.
3. За първи път е използван уейвлет анализ за търсене на кратковременни високочестотни осцилации по време на избухванията на изследваните обекти. Благодарение на това са определени не само честотите на регистрираните осцилации, но и временните интервали, в които те се появяват.
4. За пръв път осцилации се наблюдават по време на избухване на AD Leo.
5. Създадена е система за синхронни наблюдения с отдалечени телескопи, използването на която гарантира достоверността на получаваните резултати, особено в случаите на ниско-амплитудни, високочестотни и кратковременни вариации в кривите на блясъка на наблюдаваните обекти. В тази система са включени телескопи в НАО Рожен, АОБ и Кримската обсерватория.

По темата на дисертацията са публикувани четири статии, една от които е самостоятелна на Румен Богдановски. В нея са описани характеристиките на системата за синхронни високоскоростни фотометрични наблюдения в мрежа от отдалечени телескопи. Ядрото на тази мрежа, модулът за броене на фотони, е изградено изцяло по проект на Румен Богдановски. Останалите статии, една от които в *Astronomy & Astrophysics*, са базирани на данни получени изцяло или частично с телескопите, участващи в тази мрежа. Освен в тези публикации, част от резултати са представени в доклади и постери на 2 международни и една национална конференция.

Заклучение

Въз основа на гореизложеното считам, че резултатите от представеното научно изследване по качество и количество удовлетворяват критериите на Института по Астрономия на БАН за получаване на образователно-научната степен “доктор” по научната специалност “Астрофизика и звездна астрономия”. Поради това давам **своята ПОЛОЖИТЕЛНА ОЦЕНКА** и призовавам членовете на научното жури да гласуват положително по разглежданата процедура за присъждане на образователно-научната степен “ДОКТОР” на Румен Гошков Богдановски.

25.08.2015 г.

Подпис:



(проф. д-р Тацю Р. Бонев)