



РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на научната и образователна степен “доктор”
автор: Светла Валентинова Цветкова – редовен докторант в ИА с НАО – БАН
тема: “Магнитна активност при избрани проеволуиращи звезди”

рецензент: проф. дфн Илиан Христов Илиев от ИА с НАО – БАН

Представеният за рецензия дисертационен труд обхваща 123 страници, състои се от увод, четири глави и приложения, включва 43 фигури и 5 таблици, а като използвана литература са представени 256 статии. Под проеволуиращи звезди в дисертацията се имат предвид преди всичко звездите червени гиганти от спектрални класове G – K – M. Смятам, че избраната тема е актуална поне по две причини – най-напред, защото сред звездите-гиганти от посочените спектрални класове трябва да се намират еволюционните наследници на класическите магнитни Ар-звезди от Главната последователност, и второ, което е също толкова важно – средствата и методите за регистрация на слаби магнитни полета (с интензитет от няколко гауса с точност под един гаус) през последното десетилетие отбелязаха сериозен напредък. Точно в този смисъл е формулирана основната цел на дисертацията – да се направят изводи за еволюцията на звездите магнитни полета при прехода от главна последователност към гиганти чрез изучаване на магнитната активност на три звезди червени гиганти – Beta Cet, EK Eri и V390 Aur.

Дисертантът познава в подробности съвременното състояние на проблема и на литературните източници. Това е демонстрирано доста добре в пространните първи две глави на дисертацията. В първата глава се прави преглед на мястото на червените гиганти сред останалите неизродени звезди с магнитни полета, поставят се целите на изследването. Във втората глава, по необходимост, са представени – ефектът на Зеeman и параметрите на Стокс, инструментите, с които е наблюдавано – спектро-поляриметрите Narval и ESPaDOnS, способите на получаване, и обработка на данните, подходите за тяхната интерпретация – Least Squares Deconvolution и Zeeman Doppler Imaging. Пак за целите на дисертационния труд тук са обсъдени диференциалното въртене, индикаторите на активност и лъчевите скорости.

Следващите две глави по своя обем и по резултатите, описани в тях, съдържат най-важната част на дисертационния труд. Най-напред са представени резултатите от изследването на две бавновъртящи се единични звезди-гиганти – Beta Cet и EK Eri, а след

това и на значително по-бързо въртящата се V390 Aur. Изборът на тези обекти изглежда физически добре обоснован, защото въпреки близките им маси (всичките в интервала от 1.9 до 3.5 слънчеви маси), те имат различна скорост на околоосно въртене и се намират на твърде различни етапи от еволюцията на звездите-гиганти. Този избор обуславя и поставената цел на дисертационния труд – да се изучат характеристиките на магнитните полета, наблюдавани при звездите-гиганти, причините за регистрираните изменения и да се проверят предположенията за начините на генерация на магнитни полета при звездите-гиганти от спектрални класове G, K и M.

В последната съществена част на дисертацията се прави кратък преглед на получените резултати. Считаю, че тяхната формулировка, самата дисертация, както и автореферата към нея, отразяват коректно и пълно същността на резултатите, постигнати в проведеното научно изследване.

В отговор на съществуващите изисквания за съдържанието на рецензията, считаю, че методиките и подходите на изследване, избрани и приложени в разглеждания дисертационен труд са адекватни на изучаваните процеси и водят до постигане на поставените цели.

Оригиналните научни приноси, изнесени на защита, могат да бъдат систематизирани така:

1. Показано е, че гигантът Beta Cet, който в еволюционно отношение се намира в етапа на горене на хелий в ядрото, е произлязъл от гореща Ar/Vr звезда от Главната последователност с маса около 3.5 слънчеви маси. Наблюдаваното магнитно поле има преобладаващо диполна структура с магнитна ос почти съвпадаща с оста на въртене. То има почти изцяло реликтов (фосилен) произход.

2. Показано е, че гигантът EK Eri, който в еволюционно отношение се намира в основата на крона на гигантите, също е произлязъл от Ar звезда от Главната последователност с маса 2 слънчеви маси, а магнитното ѝ поле има добре изразена полюoidalна (главно диполна) структура, и като така има реликтов (фосилен) произход. В потвърждение на този характер е установено наличието на ярко фотометрично петно с постоянни размери, свързано с отрицателния магнитен полюс на звездата, защото само оцеляването на магнитния дипол по време на трансформацията „джудже-гигант“ може да обезпечи подобна стабилност.

3. Показано е, че магнитното поле на звездата V390 Aur има сложна структура, характерна за магнитните полета, генерирани от динамо-механизма. Наличието на едно полярно петно с положителна полярност в комбинация с много на брой петна с отрицателна

полярност, разположени на по-ниски ширини потвърждава предсказаното от теорията за звездите с по-бързо въртене. Показано е, че магнитното поле на тази звезда има съществена тороидална компонента. Разкритата сложна структура на магнитното поле е отговорна за наблюдаването на хромосферна активност.

Хвърляйки накрая един по-общ поглед върху резултатите в дисертацията може да се направи важния извод, че бавното околоосно въртене и диполното магнитно поле са тясно свързани помежду си не само при магнитните Ap звезди от Главната последователност, но и по-късно, след изчерпването на водорода в централните части на тези звезди.

Основните научни приноси, показани в дисертацията, са обект на три публикации в списанието *Astronomy and Astrophysics* ($IF > 5$), като до момента на написване на тази рецензия те са привлекли единадесет цитирания. Част от резултатите са докладвани и на четири международни конференции. Смятам, че самата дисертация пълно и точно отразява съдържанието на тези публикации. Въпреки немалкия брой съавтори, личният принос на Светла Цветкова е повече от съществен и се определя сравнително лесно. Това се вижда най-добре от допълнително изисканото от членовете на журито описание. Заслужава да се отбележи, че в публикацията, в която Светла Цветкова е първи съавтор, тя е взела водещо участие в практически всички етапи на изследването – от провеждането на наблюдения и обработка на получените данни, през написването на текста до комуникацията с редакторите и рецензентите на списанието.

Общата публикационна активност на дисертанта е повече от добра, защото в списъка с публикации, който ни бе предоставен, намираме още шестнадесет, невключени в дисертацията. И, съответно – още цитирания в ADS.

Нямам критични бележки по отношение на изложените в дисертацията резултати и тяхната интерпретация. Достоверността и актуалността им не будят съмнение. Все пак, убеден съм, че заключителната част, озаглавена *Conclusions*, би могла да съдържа едно по-детайлно изложение на изводите, направени не само звезда по звезда, а за трите обекта взети заедно, фокусирайки анализа върху приликите и разликите на физически характеристики, еволюционен статус, прояви, структура и генезис на наблюдаваното магнитно поле. Тук дисертацията би спечелила много от едно финално усилие – например, чрез добавянето само на една фигура с диаграмата на Херцшпрунг-Ръсел в координати $T_{\text{eff}} - \log L$, на която заедно с еволюционните трекове са поставени заедно и трите звезди. Иначе в самата дисертация всяка от тях е показана на диаграмата на Херцшпрунг-Ръсел изолирано, сама за себе си – Beta Cet е на фиг. 3.5, EK Eri е на фиг. 3.6, а V390 Aur – на фиг. 4.5.

Най-накрая искам да отбележа, че самата дисертация, текстът, графиките и таблиците в нея са представени много прецизно от типографска гледна точка. Този факт съвсем не е маловажен. Умението за представяне на научните резултати е съществен признак на онова „майсторство“, което търсим в една дисертация като тази. И друг път съм имал възможност да отбележа, че в наше време доброто владение на LaTeX трябва задължително да присъства след професионалните качества на всеки успешен учен.

В заключение на написаното до тук, стигам до извода, че представения за рецензиране дисертационен труд на тема „Магнитна активност при избрани проеволуиращи звезди“ представлява оригинален принос в науката, а дисертантът Светла Валентинова Цветкова притежава задълбочени теоретични и практически знания и умения в областта на съвременната астрономия и астрофизика като в същото време демонстрира необходимата професионална зрялост и способности за провеждане на самостоятелни научни изследвания. Дисертацията и резултатите, представени изчерпателно в нея, удовлетворяват напълно изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, правилниците към него и специфичните изисквания на Института по астрономия с НАО – БАН.

Давам ПОЛОЖИТЕЛНА ОЦЕНКА на рецензирания дисертационен труд и препоръчвам на членовете на почитаемото Научно жури да присъдят научната и образователна степен „доктор“ на

Светла Валентинова ЦВЕТКОВА

рецензент:



проф. Илиан Илиев