

Основни приноси на доц. дфн Невена Маркова
по темата на конкурс за заемане на длъжността “професор”
в ИА с НАО обявен в ДВ бр. 50/01.07.2011

А. Изследвания на хипергиганта Р Лебед

1. Намерени са емпирични доказателства за систематична активност във фотосферата на звездата. Бързите изменения в блясъка и цветовете индекси са интерпретирани като доказателство, че Р Лебед е обект на фотосферна променливост от тип “100 дневни микровариации”, характерни за звездите от тип Ярки Сини Променливи; бавните изменения наподобяват тези наблюдавани при звездите от тип “S Dor”.
2. Намерени са първи емпирични доказателства, че вятърът от Р Лебед е структуриран по цялата си дължина и най-вероятно се състои от едро-мощни структури от по-плътен и с по-ниско възбуждане газ, които възникват в вътрешните слоеве на обвивката и впоследствие се развиват навън. Този резултат поставя под съмнение първоначалното схващане, че вятърът от горещите масивни звезди може да бъде структуриран само в най-външните си слоеве и води по-късно до хипотезата за възможна връзка между фотосферата и вятъра при тези тип звезди.

Б. Изследване на хипотезата за възможна връзка между свойствата на вятъра и тези на фотосферата при горещите масивни звезди.

1. Чрез сравняване с паралелни спектрални данни е показано, че “100 дневните микровариации” във фотометрията на Р Лебед влияят върху физическите параметрите на най-вътрешните слоеве на вятъра. По същество, този резултат може да се приеме като първо емпирично доказателство за съществуването на директна връзка между промени във фотосферата и вятъра на горещите масивни звезди.
2. Намерени са емпирични доказателства за промени във фотосферата на свръх-гиганта α Сам, свързани с наличието на нерадиални пулсации в звездните недра. Установено е, че звездният вятър от тази звезда е също променлив като свойствата на тази променливост предполагат наличието на едромощни структури в ниските слоеве на обвивката, с корени в преходната област между вятъра и фотосферата. Произходът на тези структури изглежда свързан с пулсационната нестабилност на звездата.

3. Намерени са емпирични доказателства за фотосферна активност при свръхгиганта HD 199478, изразена под формата на микровариации от тип “ α Cygni”. Установено е, че вятърът от тази звезда има твърде необичайни свойства, които предполагат наличие на едромасщабна плътна структура с екваториална симетрия. Показано е, че подобна структура би могла да възникне под действието на слабо диполно магнитно поле.
4. С помощта на компютърни симулации и прилагайки метода на Fullerton et al. (1996), модифициран специално с цел отчитане на ефектите на звезден вятър, е показано, че наблюдаваните изменение в свойствата на вятъра при O-звездите могат да бъдат задоволително интерпретирани в рамките на модел за нехомогенен вятър с дребномасщабни плътни структури (clumps) разпределени в целия му обем.

Описаните по-горе резултати допринасят за утвърждаване на хипотезата, че звездният вятър от горещите масивни звезди не е стационарен, сферичносиметричен и хомогенен, както се предполага в стандартната теория на лъчево-ускоряван вятър, а променлив и структуриран в дребно- и едропространствен мащаб. Това заключение налага теорията на лъчево-ускоряваните ветрове да бъде спешно ревизирана, така че да отчита ефектите на променлив и структуриран вятър, както и ефектите на звездни пулсации и магнитни полета. Тъй като наличието на нехомогенности във вятъра води до значителна редукция в наблюдателно определените стойности на темпа на загуба на маса, съществуващите атмосферни модели трябва също да бъдат коригирани, така че да отчитат ефектите на структуриран вятър. Определените по-ниските стойности за темпа на загуба на маса от своя страна могат да доведат до значителни промени в резултатите от еволюционните пресмятания.

В. Тестване на теоретични предсказания и наблюдателни резултати за лъчево-ускоряван вятър.

1. Реализирано е първото по рода си количествено изследване на свойствата на нехомогенен вятър при O звезди, базиращо се на наблюдателни данни в оптическата, инфрачервената, милиметровата и радио-областта. Чрез сравняване на наблюденията с моделни пресмятания е оценен факторът на “клъмпване” във функция от разстоянието. С помощта на тези данни за първи път са тествани резултати от хидродинамични симулации на структуриран вятър, като противно на теоретичните очаквания е показано, че по-слабите ветрове са по-слабо структурирани от по-силните и че структурите се зараждат не над фотосферата, а в най-ниските слоеве на вятърът прилежащи до фотосферата.
2. Чрез сравняване на наблюдателни и теоретични резултати е установено наличието на систематични разлики между теоретично пресметнатите и наблюдателно

определените стойности за темпа на загуба на маса при горещите масивни звезди. Докато при 0 звездите противоречието може да бъде отстранено при допускане за структуриран вятър, при В свръхгигантите нашите резултати категорично сочат, че поради все още неизяснени причини, теоретично предсказаното 5 кратно увеличение на темпа на загуба на маса в областта на bi-стабилност е най-вероятно силно завишено.

Липсата на съгласуваност между теоретичните предсказания и наблюденията е мощен стимул за по-нататъшно осъвършенстване на хидродинамичните модели на лъчево-ускоряван вятър.

Г. Звездни параметри и параметри на вятъра при статистически значими групи 0В звезди.

1. Изследване и количествена оценка на ефектите на звезден вятър и бланкетиране в УВ върху температурната калибровка на 0 звездите и В свръхгигантите със слънчева металичност. Установено е, че за даден спектрален клас отчитането на тези ефекти води до значително занижаване на ефективните температури получени по метода на атмосферния анализ, като най-големи изменение се наблюдават при звездите с по-висока температура и по-ниска повърхностна гравитация. На основата на тези данни са получени нови температурни калибровки за 0 звездите и В свръхгигантите, които отчитат ефектите на бланкетиране в УВ. Определянето на по-ниски ефективните температури, особено при 0-звездите, ще окаже влияние върху нашето познание за процесите на възбуждане и йонизация на газа в околост звездното пространство.

2. Изследване и количествена оценка на ефектите на въртене и макротурбуленция в атмосферите на В свръхгиганти със слънчева металичност. Установено е, че при този тип звезди ширината на спектралните линии се доминира от ефектите на макротурбуленция. Пренебрегването на тези ефекти може да доведе до изкуствено завишаване (до 2 пъти!) на оценката за скоростта на въртене на звездата. Тъй като скоростта на въртене е важен параметър в еволюцията на звездите, нейното точно определяне е от съществено значение за резултатите от еволюционните пресмятания.

3. Модификация на метода на Puls et al. (1996) за определяне на параметрите на вятъра при горещи масивни звезди от спектрален клас 0, използвайки наблюдения в линията H_{α} , с цел отчитане ефектите на бланкетиране в Ултра-виолетовата (УВ) област.

Д. Изследване точността на спектралната класификация на O звездите

С помощта на синтетични спектри е установено, че класификацията на O звездите, основаваща се на морфологията на спектъра в диапазона 4000 – 4700 Å, не е уникална, а се влияе от металичността, скоростта на въртене и спектралното разрешение. Пренебрегването на тези ефекти може да доведе до систематични “грешки” в спектралната класификация (с един до един и половина спектрален клас), с последващо влияние върху калибровките на физическите параметри на O звездите с различна металичност.

Е. Изследвания на масивното население в мъглявината “Паяк” в галактиката “Голям Магеланов облак”

Проектът “VLT-FLAMES Tarantula” е сред най-големите научни проекти, реализиращи се в Южната Европейска Обсерватория в Чили. Целта на този проект е да се определят физическите параметри на голям брой горещи масивни звезди в Големия Магеланов облак и на тази база да се тестват теоретичните предсказания за влиянието на скоростта на въртене и металичността върху звездната еволюция. Наблюдателният материал включва над 22 000 оптични спектри на около 1000 звезди в мъглявината “Паяк”, получени с помощта на спектрографите “Giraffe” и “UVES” аташирани към един от четирите телескопа (UNIT-2) на VLT. В програмата участват изследователи от 21 астрономически института и обсерватории в четири европейски държави членки на ESO (Великобритания, Германия, Испания и Холандия) плюс България и САЩ. Участието на ИА с НАО в този авторитетен научен консорциум е признание за постиженията на българската астрономия в изследванията на горещите масивни звезди.