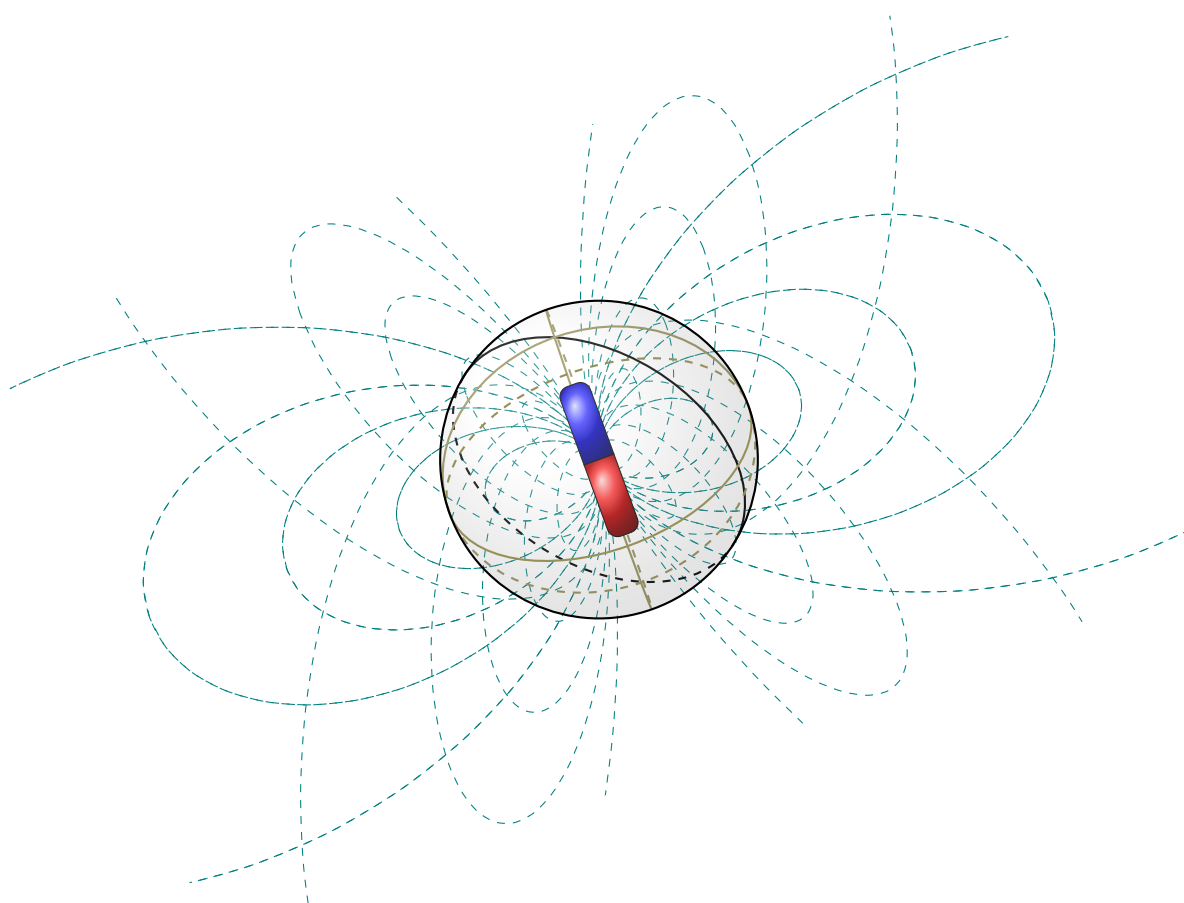


Санкт-Петербургский государственный университет

Международная конференция

Звезды, планеты и их магнитные поля

Сборник тезисов докладов



Санкт-Петербург
17–21 сентября 2018 года

Сборник тезисов Международной конференции «Звезды, планеты и их магнитные поля». 17–21 сентября 2018 года. Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия. 109 стр.

ISBN 978-5-9651-1174-9

Сборник содержит тезисы устных и стендовых докладов, включенных в программу конференции «Звезды, планеты и их магнитные поля» (Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 17–21 сентября 2018 года).

Редакторы: П.А. Тараканов, А.Ф. Холтыгин

Проведение конференции поддержано грантом РФФИ № 18–02–20112Г

Содержание

Излучение от радиативно сегрегированной пыли вокруг молодых массивных звезд В.В. Акимкин, Я.Н. Павлюченков, М.С. Кирсанова, А.П. Топчиева, Д.З. Вибе	9
Природа спектральной активности запятненных звезд FK Com и IN Com И.Ю. Алексеев, О.В. Козлова	10
Анализ сводной кривой блеска звезды типа Т Тельца DN Tauri С.А. Альшов, Н.З. Исмаилов, Н.И. Гюльмалиев	11
Малоизученная двойная система раннего типа W Sct: первые <i>UBV</i> кривые блеска и модель Э.А. Антохина, И.И. Антохин, М.И. Кумсиашвили, К.Б. Чаргеишвили	12
Микроквазар Cyg X-3 (WR+c): анализ инфракрасной и рентгеновской переменности, оценка массы компактного объекта И.И. Антохин, Э.А. Антохина, А.М. Черепащук, А.М. Татарников	13
Фотометрия избранных молодых звезд на высоких галактических широтах С.А. Артеменко, И.С. Потравнов	14
Роль молекулярного водорода в энергетическом балансе Юпитера и Сатурна А.А. Атаи, Х.М. Микаилов, Э.Р. Юзбашев	15
Магнитное поле звезды 1 Единорога Д.Н. Бакланова, Д. Мкртчян	16
Влияние темпа фотоионизации позитрониев на работу внутренних зазоров старых радиопульсаров Д.П. Барсуков, М.В. Воронцов	17
Сверхбыстрая переменность профилей линий в спектре ρ Leo А.А. Батраков, А.Ф. Холтыгин, С.Н. Фабрика, А.Ф. Валеев	18
О возможном вкладе ударной волны в спектр излучения вспышки красной карликовой звезды О.М. Белова, К.В. Бычков	19
Картографирование поверхностей экзопланет: поиск жизни во Вселенной С.В. Бердогоина	20
Ультрахолодный белый карлик в двойной системе PSR J0740+6620 Д.М. Бероня, Д.А. Зюзин, А.В. Карпова, А.Ю. Кириченко, Ю.А. Шибанов, С.В. Жариков	21
Спектроскопия на пределе возможностей PTT-150 И.Ф. Бикмаев	22

Переменность эмиссионных линий в спектре двойной звезды Ве Хербига HD 200775 А.П. Бисярина, А.М. Соболев, С.Ю. Горда, А.С. Мирошниченко	23
Поведение магнитных полей с циклами активности у солнечноподобных звезд В.В. Бутковская, С.И. Плачинда	24
Магнитное поле γAr звезды 33 Lib: исследование в избранных спектральных линиях В.В. Бутковская, С.И. Плачинда	25
Бальмеровский декремент в спектре излучения ударной волны К.В. Бычков, О.М. Белова	26
Исследование экзопланет в CAO РАН Г.Г. Валявин	27
Трансмиссионный спектр экзопланеты WASP-32b Г.Г. Валявин, А.Ф. Валеев, А.О. Граужанина, Г.А. Галазутдинов	28
Расчет сечений медленных неупругих столкновений кальция и водорода Д.В. Власов, А.К. Беляев	29
Движение планеты в атмосфере красного гиганта М.И. Волобуева, И.С. Яковлев, П.А. Тараканов	30
Расчёты атомных данных о неупругих процессах при столкновениях различных химических элементов с водородом Я.В. Воронов, С.А. Яковлева, А.К. Беляев	31
Метод поиска полярных пятен с использованием среднеполосных фильтров М.М. Габдеев, Т.А. Фатхуллин	32
Современное состояние в области изучения экзопланет. Обзор выдающихся открытий и наблюдательных свойств Д.Р. Гадельшин	33
GAIA14aae — катаклизмическая переменная с глубокими затмениями А.И. Галеев, Х.Х. Эсенюглу, Н.Н. Нуриев	34
Прецессия и глитчи в рамках трёхкомпонентной модели нейтронной звезды О.А. Гогличидзе, Д.П. Барсуков	35
О влиянии эллипсоидальности компаньона на эффект отражения в двойных рентгеновских пульсарах М.В. Гончарова, А.В. Дементьев	36
Структура внутреннего диска классической звезды типа Т Тельца LkCa 15 К. Гранкин, S.H.P. Alencar, J. Bouvier, E. Alecian, J.-F. Donati, C.P. Folsom, and the MaTYSSE collaboration	37

Расчет профилей спектральных линий, образующихся в рассеивающей полубесконечной атмосфере звезды	
В.В. Григорьев, Д.И. Нагирнер	38
Уширение фотосферных линий в спектрах молодых холодных звезд при рассеянии в околозвездных дисках	
В.П. Гринин	39
Белые карлики: новое в старом	
А.В. Дементьев, В.В. Иванов	40
Исследование характеристик систем с sdB-субкарликами	
Н.Р. Дёминова, В.В. Шиманский, Н.В. Борисов, М.М. Габдеев	41
Образование эмиссионных линий в магнитосферах молодых звезд	
Д.В. Дмитриев, В.П. Гринин, Н.А. Катышева	42
Аккреционные ударные волны в атмосферах молодых звезд	
А.В. Додин	43
Многолетняя спектральная переменность Ae звезды Хербига HD36112	
М.И. Домбровская, О.В. Козлова	44
GAIA14aae — катаклизмическая переменная с глубокими затмениями	
А.А. Дудник, А.А. Митрофанова, Н.В. Борисов, В.В. Шиманский	45
Об условиях образования линии гелия 10830 в дисковых и магнитосферных ветрах молодых звезд	
Т.А. Ермолаева, В.П. Гринин	46
Оптические наблюдения компаньона миллисекундного пульсара J2302+4442 в двойной системе	
Д.А. Зюзин, А.Ю. Кириченко, С.В. Жариков, Ю.А. Шибанов, А.В. Карпова, Ш. Дай, А. Кабрера-Лаверс	47
Околозвездная активность у различных звезд типа Ae/Be Хербига	
Н.З. Исмаилов	48
Совместное моделирование динамической и звездной эволюции экзопланетных систем	
Г.М. Карелин, П.А. Тараканов	49
Оптическая идентификация компаньонов миллисекундных пульсаров J0621+2514 и J0214+5222 в двойных системах	
А.В. Карпова, Д.А. Зюзин, Ю.А. Шибанов, А.Ю. Кириченко, С.В. Жариков	50
Эволюция звёздной активности	
М.М. Кацова	51

Квази-резонансные состояния атома водорода	
Н.А. Катышева, В.П. Гринин, Т.А. Ермолаева	52
Кристаллы Юкавы в недрах вырожденных звезд	
А.А. Кожберов	53
Многолетняя спектральная активность Ae звезды Хербига HD 190073	
О.В. Козлова	54
Анализ спектров хромосферно-активных звезд V837 Tau и RW And	
А.И. Колбин	55
Влияние неЛТР-эффектов на линии Cu I	
С.А. Коротин	56
Итоги исследования RW Aur	
С.А. Ламзин, О.В. Возякова, А.В. Додин, К.Н. Гранкин, А.Э. Наджиц, Б.С. Сафонов, А.М. Татарников, Д.Н. Шаховской, В.И. Шенаврин	57
Аккуратный анализ линий Fe I в спектрах К-гигантов: неоднозначность решения	
Л.С. Любимков, Д.В. Петров, Д.Б. Поклад	58
Давление излучения на аккрецирующее вещество в рентгеновских пульсарах	
И.Д. Маркозов, А.А. Муштуков, Д.И. Нагирнер	59
Формирование линий Si I – Si II в неравновесных условиях в атмосферах звезд	
Л.И. Машонкина	60
Определение содержаний алюминия в атмосферах звезд	
В.С. Менжевицкий, Н.Н. Шиманская, В.В. Шиманский, Д.О. Кудрявцев	61
Спектральные наблюдения звезды Ae Хербига VV Ser	
Х.М. Микаилов, Б.Н. Рустамов, И.А. Алекберов, С.О. Маммедова, В.И. Алиева	62
Химическая и динамическая эволюция звезд и галактик (к 80-летию Николая Сергеевича Комарова)	
Т.В. Мишенина	63
Результаты измерений фундаментальных параметров CP-звезд, выполненных на 6-м телескопе БТА	
А.В. Моисеева, И.И. Романюк, Е.А. Семенко	64
Гиротронное излучение: поляризация, кинетическое уравнение и затухание	
Д.И. Нагирнер	65
Сверхновая 2018aoq: фотометрические наблюдения и вычисление параметров	
А.А. Никифорова, П.В. Бакланов, С.И. Блинные, Г.А. Борман, С.В. Назаров, И.С. Троицкий, Е.Г. Ларионова, Е.Н. Копацкая, С.С. Савченко, Т.С. Гришина, М.О. Макарова, А.А. Васильев	66

Исследование эволюции аккреционного диска Ве-звезды в массивной рентгеновской двойной системе IGR J21343+4738 по наблюдениям на РТТ-150.	
Е.А. Николаева, И.Ф. Бикмаев, Э.Н. Иртуганов, С.С. Мельников, Н.А. Сахибуллин	67
Анализ спектрополяриметрических наблюдений: физическая переменность и многокомпонентность спектров, отбор линий	
Н.Ф. Панков	68
Активность молодых звезд малых масс	
П.П. Петров	69
Карликовая новая NY Ser на разных стадиях вспышечной активности 2018 г.	
Н.В. Пить, Е.П. Павленко, К.А. Антонюк	70
Магнитное поле в ветре ранних сверхгигантов и вспышки быстрых транзитных рентгеновских источников со сверхгигантами	
К.А. Постнов	71
Спектр RZ Psc в глубоком минимуме	
И.С. Потравнов, В.П. Гринин, Н.А. Серебрякова	72
BP Piscium: звезда типа UX Ori на высокой галактической широте?	
И.С. Потравнов, С.А. Артеменко, Т.Э. Кондратьева	73
Исследование нестационарности атмосферы сверхгиганта κ Cas B0.7 Ia	
А.Х. Рзаев	74
Низкоэнергетические неупругие атомные столкновения титана и водорода	
Д.С. Родионов, Я.В. Воронов, А.К. Беляев	75
Статистическое исследование гипотез формирования рентгеновского излучения OB-звезд	
Е.Б. Рыспаева, А.Ф. Холтыгин	76
Активность M8 карлика TRAPPIST-1	
И.С. Саванов, Е.С. Дмитриенко	77
Фундаментальные параметры звезды HR 6978 (45 Dra, F7Ib)	
З.А. Самедов	78
Исследование пространственной структуры запыленного ветра RW Aur A методом спекл-поляриметрии	
Б.С. Сафонов, С.А. Ламзин, А.В. Додин	79
Модификация метода LSD для неполяризованных спектров звезд	
Н.А. Серебрякова, В.В. Цымбал	80

Влияние неупругих столкновений с атомами водорода на определение хим. состава и параметров атмосфер FGK звёзд с учётом отклонений от ЛТР	
Т.М. Ситнова	81
Метанольные мазеры и магнитные поля в протозвездных дисках	
А.М. Соболев, А.П. Бисярина	82
Открытие и тайминг экзопланет: KPS-1b, TrES-5b и TrES-5c	
Е. Соков, И. Сокова, А. Бурданов, Р. Venpi, В. Дьяченко, Д. Растегаев, М. Bretton	83
Чем звездное динамо может принципиально отличаться от солнечного	
Д.Д. Соколов	84
Поиск LBV-звёзд в близких галактиках	
Ю.Н. Соловьева, А.С. Винокуров, С.Н. Фабрика, А.Е. Костенков, О.Н. Шолухова, А.Ф. Валеев	85
Периодические процессы в катаклизмических переменных: предсказания и наблюдения	
А.А. Сосновский, Е.П. Павленко, Н.В. Пить	86
Корона, горячий ветер и вспышки у А, О-В звезд?	
А.Б. Струминский, И.Ю. Григорьева,	87
Эволюция нейтронных звезд Галактики на стадии пропеллера	
Я. Счисляева, А. Холтыгин, А. Igoshev	88
Моделирование эмиссионных спектров молодых звезд	
Л.В. Тамбовцева	89
Массы и металличность оболочек новых с углеродно-кислородным (CO) и кислородно-неоново-магниевым белым карликом (ONeMg)	
Т. Н. Тарасова	90
Новый цикл активности симбиотической звезды V1413 Aql	
А.А. Татарникова, А.М. Татарников, В.И. Шенаврин, Т.Н. Тарасова, Г.В. Комиссарова	91
Детальный фотометрический анализ областей ионизованного водорода	
А.П. Топчиева, В.В. Акимкин	92
Наблюдательные исследования магнитных полей аккрецирующих нейтронных звезд	
С.С. Цыганков, А.А. Муштуков, В. Дорошенко, В.Ф. Сулейманов, А.А. Лутовинов, Ю. Поутанен	93
Магнитные поля массивных звезд и переменность профилей линий в их спектрах	
А.Ф. Холтыгин, S. Hubrig, А.С. Медведев, С.Н. Фабрика, А.А. Батраков	94
Моделирование спектров интегрального излучения шаровых скоплений	
М.Е. Шарина, В.В. Шиманский	95

Полярные сияния в Солнечной системе	
В.И. Шематович	96
Химический состав выборки звезд типа дельта Щита по наблюдениям на РТТ-150 КФУ и БТА САО РАН	
Н.Н. Шиманская, А.И. Галеев, В.М. Бердникова, Д.О. Кудрявцев, В.В. Шиманский	97
Взаимодействие компонент и физика предкатаклизмических переменных	
В.В. Шиманский, Н.А. Сахибуллин, Н.В. Борисов	98
Статистический анализ наблюдений магнитных ОВ-звезд	
С. В. Шульман	99
О природе аномальных затмений звезд типа UX Ori	
С.Г. Шульман, В.П. Гринин, А.Н. Ростопчина-Шаховская	100
Упрощенная модель для оценок данных о неупругих процессах при столкновениях с водородом	
С.А. Яковлева, А.К. Беляев	101
Magnetic fields in Herbig stars	
S. Hubrig	102
Spectroscopic peculiarity of the Herbig Ae/Be star HD 37806	
S.E. Pavlovskiy, M.A. Pogodin, N.G. Beskrovnaya, O.V.Kozlova, I.Yu. Alekseev, G.G. Valyavin, S.Yu. Gorda, A.S.Miroshnichenko	103
Unusual spectroscopic behaviour of the Herbig Be star HD259431	
M.A. Pogodin, S.E. Pavlovskiy, N.A. Drake, N.G. Beskrovnaya, O.V.Kozlova, I.Yu. Alekseev, M. Borges Fernandes, C.B. Pereira, G.G. Valyavin, S.Yu. Gorda, A.S.Miroshnichenko	104
Radiative transfer in stochastic magnetized atmosphere	
N.A. Silant'ev, G.A. Alekseeva, V.V. Novikov	105
Stellar chemical composition studies in the context of exoplanet space missions	
G. Tautvaisiene	106
Polarimetric Variability of High Mass X-ray Binaries	
R.V. Yudin, S. Potter	107

Излучение от радиативно сегрегированной пыли вокруг молодых массивных звезд

В.В. Акимкин¹, Я.Н. Павлюченков¹, М.С. Кирсанова¹,
А.П. Топчиева¹, Д.З. Вибе¹

E-mail: *akimkin@inasan.ru*

Мы представляем результаты моделирования переноса излучения и радиальные профили ИК интенсивности вокруг области НII RCW 120. Физическая структура области рассчитана на основе гидродинамической термохимической модели MARION [1, 2]. Целью работы является проверка того, как сегрегация пыли различных размеров под действием давления излучения центральной звезды проявляется на картах в диапазоне длин волн 8–500 мкм. Было найдено, что модель успешно воспроизводит вид внутреннего эмиссионного кольца на 24 мкм, плоский эмиссионный профиль внутри области ионизации и внешнее кольцо около плотной оболочки в диапазоне 70–500 мкм. В тоже время модель предсказывает два эмиссионных кольца на 8 мкм, хотя в RCW 120 наблюдается лишь одно внешнее кольцо и плоская внутренняя эмиссия. Следовательно, радиативный дрейф полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которые ответственны за излучение на 8 мкм, не достаточен для объяснения карты интенсивности на 8 мкм, и должны быть привлечены другие факторы отсутствия ПАУ в области ионизации (например, фоторазрушение).

Литература

1. *M.S. Kirsanova, D.S. Wiebe, A.M. Sobolev*, Astronomy Reports, **53**, 611, 2009
2. *V.V. Akimkin, M.S. Kirsanova, Ya.N. Pavlyuchenkov, D.S. Wiebe*, MNRAS, **469**, 630, 2017

¹ Институт астрономии, Российская академия наук, Москва

Природа спектральной активности запятненных звезд FK Com и IN Com

И.Ю. Алексеев¹, О.В. Козлова¹

E-mail: *ilya-alekseev@mail.ru*

Представлены результаты многолетних спектральных наблюдений быстро вращающихся одиночных запятненных G гигантов FK Com и IN Com в областях эмиссионных линий H_{α} , H_{β} и HeI 5876Å. Для обеих звезд отмечена вращательная модуляция параметров линий, коррелированная с изменениями блеска. У IN Com отмечены долговременные изменения параметров линий с характерным временем около 21 года. Показано, что эмиссия в линиях не связана с классической хромосферной активностью, как у других классов звезд с активностью солнечного типа, и формируется в околозвездном диске. Мы полагаем, что образование такого диска у FK Com, как и у менее активной звезды этого типа IN Com, обусловлено звездным ветром и является результатом ее магнитной активности.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым

Анализ сводной кривой блеска звезды типа Т Тельца DN Tauri

С.А. Алышов¹, Н.З. Исмаилов¹, Н.И. Гюльмалиев¹

E-mail: *ismailovnshao@gmail.com*

Приведены результаты BVR фотометрических наблюдений классической звезды типа Т Тельца DN Тау, выполненные в ШАО за 2016–2017 гг. Вместе с этим приведены результаты анализа сводной кривой блеска, полученный по наблюдениям за 50 лет. Показано, что амплитуда сезонных изменений блеска составляет $\sim 0.5^m - 1.0^m$. Среднегодовая кривая блеска показывает многолетнее медленное изменение с характерным временем около 25 лет. Распределение изменений блеска в полосах V и R симметрична, в то время как, в полосах U и B наблюдается асимметрия, происходящая из-за частые вспышечные увеличения блеска. Это свидетельствует о нерегулярной форме возникновения горячих пятен на поверхности звезды, которые, по-видимому, возникают из-за аккреции вещества из околозвездного диска. Для разных сезонов наблюдений обнаружено различие в значении ранее обнаруженного фотометрического периода 6 дней в пределах в несколько десятых суток. Для среднего значения этого периода по разным сезонам получено 6.231 ± 0.089 дней. Обнаружено смещение фазы минимума этого периода по данным разных сезонов наблюдений. Кроме того, наблюдается два характерных значения градиента в изменении блеска. В первом случае, изменение блеска имеет высокую скорость, во втором случае относительно низкую скорость изменений блеска со временем. Показано, что у сезонных фазовых кривых блеска обнаруживается смещение фаз максимума и минимума, а также меняется значение периода на несколько десятых суток. Предполагается, что наблюдаемое смещение фазы и изменение значения 6-дневного периода связаны с миграцией пятен и дифференциальным вращением по широте атмосферы звезды.

¹ Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ5626, пос.Ю.Мамедалиева, Шамаха

Малоизученная двойная система раннего типа W Sct: первые UBV кривые блеска и модель

Э.А. Антохина¹, И.И. Антохин¹, М.И. Кумсиашвили²,
К.Б. Чаргеишвили²

E-mail: *elant@sai.msu.ru*

Определение параметров компонентов массивных двойных систем до первичного обмена масс представляет большой интерес для изучения эволюции ТДС. Двойная система W Sct состоит из звезд ранних спектральных классов и является членом ассоциации Ser OB1, в которую также входит уникальная двойная система RY Sct, находящаяся на стадии превращения в систему WR+OB. В Абастуманской АО в течение ряда лет осуществлялась программа наблюдений ТДС ранних спектральных типов, были получены фотометрические кривые блеска многих объектов, в том числе, впервые получены UBV кривые блеска системы W Sct. Несмотря на то, что переменность W Sct была открыта в начале XX в., система мало изучена. Единственные спектроскопические исследования были выполнены Струве в 1944–45 гг., он смог построить кривую лучевых скоростей только для одного компонента и классифицировать его спектр как В3, предположив, что второй компонент может иметь спектральный класс В0. Поскольку отношение масс q в системе неизвестно, мы провели поиск решения фотометрических кривых блеска методами синтеза независимо для ряда значений q . Полученные решения позволили сделать следующие основные заключения:

- 1) система W Sct имеет разделенную конфигурацию;
- 2) независимо от принятого значения q модельное решение соответствует следующим параметрам: наклонение орбиты $i \sim 81^\circ$, температура вторичного компонента $T_2 \sim 32000 - 33000$ К при заданной температуре главного компонента $T_1 = 17000$ К (звезда В3);
- 3) фотометрические решения для различных q не позволяют сделать вывод о значении отношения масс.

На основе полученных решений кривых блеска с привлечением информации о функции масс главного компонента, найденную Струве, мы сделали заключение, что вторичным компонентом является более горячая звезда В0. Мы дали ограничения на отношение масс $q = M_2/M_1 = 0.3 - 0.4$ и выполнили оценки абсолютных параметров компонентов.

¹ Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга, Москва, Россия

² Абастуманская астрофизическая обсерватория им. Е.К.Харадзе, Грузия

Микроквazar Cyg X-3 (WR+c): анализ инфракрасной и рентгеновской переменности, оценка массы компактного объекта

И.И. Антохин¹, Э.А. Антохина¹, А.М. Черепашук¹,
А.М. Татарников¹

E-mail: *igor@sai.msu.ru*

Cyg X-3 — единственная известная двойная система в Галактике, состоящая из звезды WR и компактного объекта. Орбитальный период равен 4.8 часа. Это гамма, рентгеновский, и радио-источник, показывающий наличие релятивистских джетов. Наш анализ всех доступных рентгеновских наблюдений системы позволил получить наиболее точное на настоящее время значение изменения орбитального периода. Наблюдаемые моменты минимумов рентгеновской кривой блеска описываются моделью, представляющей собой сумму параболы и синусоиды. Период синусоидальной переменности 15.7 года. Она может быть связана либо с апсидальным движением в системе с эксцентриситетом 0.03, либо с наличием третьего тела с массой $0.7M_{\odot}$, находящегося на расстоянии около 16 а.е. от тесной двойной системы. В [1], в предположении, что ветер WR сферически-симметричен, из косвенных соображений был определен угол наклона орбиты $\sim 43^{\circ}$ и масса компактного объекта $\sim 2.4M_{\odot}$, что делает его уникальным среди всех известных нейтронных звезд и черных дыр. Наши ЖК наблюдения показали, что ветер WR определенно не симметричен, а уплотнен в направлении компактного объекта. Анализ рентгеновской кривой блеска в модели синтеза с учетом поглощения рентгеновского излучения в несимметричном ветре звезды WR приводит к оценке угла наклона орбиты $20 - 30^{\circ}$. Как следствие, масса компактного объекта возрастает в 2–3 раза, что соответствует черной дыре “нормальной” массы.

Литература

1. *Zdziarski, A. A., Mikolajewska, J., Belczyński, K.*, MNRAS, **429**, L104, 2013

¹ Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга, Москва

Фотометрия избранных молодых звезд на высоких галактических широтах

С.А. Артеменко¹, И.С. Потравнов²

E-mail: *artemenko@craocrimea.ru*

Молодые звезды на высоких галактических широтах — явление достаточно редкое, т.к. большинство их расположено в областях звездообразования в плоскости Галактики. В данной работе проводится сравнительный анализ фотометрического поведения двух высокоширотных звезд — ВР Рsc и ТУС 8474-24-1.

ВР Рsc показывает большую амплитуду фотометрической переменности с непериодическими глубокими ослаблениями блеска в течение относительно коротких промежутков времени. Гистограмма активности звезды в полосе V показывает, что 70% времени звезда находится в ярком состоянии ($11^m.2 - 11^m.8$) и лишь в 30% наблюдений ее блеск слабее $11^m.8$ (вплоть до $12^m.6$). Такое фотометрическое поведение характерно для молодых звезд типа UX Ori (см., например, [1, 2]). Другая высокоширотная Ae звезда Хербига ТУС 8474-24-1, в отличие от ВР Рsc, демонстрирует фотометрически спокойное поведение с амплитудой переменности не превышающей $0^m.2$. Различное фотометрическое поведение этих звезд может указывать на различную ориентацию их околос звездных дисков относительно луча зрения. В случае ВР Рsc известно, что ее диск наблюдается практически с ребра [3].

В работе использованы данные фотометрии из открытых баз, таких как Catalina, ASAS и Aladin. Фотометрический ряд для звезды ВР Рsc дополнен многоцветными наблюдениями, полученными на телескопе АЗТ-11 Крымской астрофизической обсерватории в недавнее время. Эти наблюдения планируется продолжить в ближайшие три года для получения статистически значимых данных о цветовом поведении звезды.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-32-00501.

Литература

1. *V. Grinin, A&AT, 3, 17, 1992.*
2. *V. Grinin, Stars: From Collapse to Collapse, Proceedings of a conference held at Special Astrophysical Observatory, ASPC, 510, 32, 2017.*
3. *B. Zuckerman et al., Astrophys.J., 683, 1085, 2008.*

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым

² Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Роль молекулярного водорода в энергетическом балансе Юпитера и Сатурна

А.А. Атаи¹, Х.М. Микаилов¹, Э.Р. Юзбашев²

E-mail: *atai51@mail.ru*

На основе наблюдательного материала Юпитера и Сатурна, которые были получены на эшелле спектрометре, оснащённым ПЗС-приемником в Кассегреновском фокусе 2-м телескопа ШАО, исследованы слабые квадрупольные линии молекулярного водорода полосы $H_2(4-0)$ в видимой области спектра со спектральными разрешениями $R = 14000$ и $R = 56000$. Определены верхние пределы интенсивности линии $S(2)$ в спектрах Юпитера и Сатурна. По линиям полосы $H_2(4-0)$ $S(0)$ и $S(1)$ были определены некоторые параметры в разных деталях атмосфер Юпитера и Сатурна, которые играют существенную роль в понимании их энергетического баланса.

Известно, что Юпитер и Сатурн излучают больше тепла, чем получают от Солнца. В научной литературе предложены ряд механизмов для объяснения происхождения источника этой внутренней энергии. В данной работе, исходя из некоторых предварительных расчётов, предлагается другой возможный механизм образования тепла в недрах Юпитера и Сатурна, а именно механизм конверсии энергии при превращении орто-водорода в пара-водород.

¹ Шамахинская астрофизическая обсерватория им.Н.Туси НАН

² Институт физики НАН Азербайджана

Магнитное поле звезды 1 Единорога

Д.Н. Бакланова¹, Д. Мкртичян²

E-mail: *dilyara@craocrimea.ru*

Мы представляем результаты спектрополяриметрических наблюдений 1 Единорога, звезды типа δ Щита. Наблюдения 1 Mon были получены в течении пяти ночей в феврале и ноябре 2007 года на 1.8-м телескопе Bohyunsan Optical Astronomy Observatory, Южная Корея. У звезды обнаружено слабое магнитное поле, которое изменяется от -22 ± 10 Гс до $+27 \pm 15$ Гс.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН

² National Astronomical Research Institute of Thailand

Влияние темпа фотоионизации позитрониев на работу внутренних зазоров старых радиопульсаров

Д.П. Барсуков^{1,2}, М.В. Воронцов²

E-mail: *bars.astro@mail.ioffe.ru*

Рассматривается совместное влияние мелкомасштабного магнитного поля и темпа фотоионизации позитрониев на работу внутренних зазорах старых радиопульсаров (с характеристическим возрастом $\tau > 10^6$ лет). Пульсар рассматривается в модели «внутреннего зазора» со свободным истечением частиц с поверхности нейтронной звезды. При этом предполагается, что зазор работает в стационарном режиме. Учитывается только рождение электрон-позитронных пар при поглощении квантов изгибного излучения в магнитном поле. Кроме того учитывается, что часть пар может рождаться в связанном состоянии — в виде позитрониев, которые затем фотоионизируются тепловыми фотонами с полярной шапки. Рассмотрено как зависят высота верхней обкладки зазора, величина обратного тока и вызванный им нагрев полярной шапки от темпа фотоионизации позитрониев.

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург

² СПбПУ, Санкт-Петербург

Сверхбыстрая переменность профилей линий в спектре ρ Leo

А.А. Батраков¹, А.Ф. Холтыгин¹, С.Н. Фабрика², А.Ф. Валеев²

E-mail: *batrakovalex.astro@gmail.com*

Представленная работа является продолжением исследований [1] сверхбыстрой переменности профилей линий в спектрах звезд ранних спектральных классов. Спектры звезды ρ Leo (B1Iab) были получены на 6-метровом телескопе БТА с помощью многорежимного редуктора SCORPIO. Выполнена полная редукция спектров и проанализирована переменность профилей спектральных линий. Были найдены регулярные вариации профилей линий H, HeI, FeII, NII, OII, SiII в спектрах ρ Leo с периодами от 2 до ~ 90 минут и амплитудами 1-2% от уровня континуума. Обнаружены также нерегулярные изменения профилей на промежутке меньшем одной минуты. Частоты гармоник вариаций профилей с периодами меньшими 10 минут оказались переменными, причем за время наблюдений (128 минут) частоты короткопериодических компонент могут меняться на $\sim 20\%$. Обсуждаются возможные причины обнаруженных быстрых спектральных вариаций.

Литература

1. *A.F. Kholtygin, S. Hubrig, V.V. Dushin et al., Stars: From Collapse to Collapse, ASP Conf. Ser., 510, 299, 2017.*

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

О возможном вкладе ударной волны в спектр излучения вспышки красной карликовой звезды

О.М. Белова^{1,2}, К.В. Бычков²

E-mail: *whitecanvas05122010@mail.ru*

Выполнены расчёты высвечивания газа за фронтом ударной волны в диапазоне скоростей $20 \text{ км/с} < u_0 < 80 \text{ км/с}$ для условий надфотосферных слоёв красных карликовых звёзд: температура фотосферы $3000 \text{ К} < T_0 < 6000 \text{ К}$, плотность перед фронтом $12 < \lg N_0 (\text{см}^{-3}) < 14$, напряженность магнитного поля $0 < \lg H_0 < 10 \text{ Гс}$. Учтены обмен энергией между электронной и атомно-ионной компонентами плазмы при упругих ударах, свободно-свободные, связанно-связанные, связанно-свободные ударные и радиационные переходы водорода в поле излучения фотосферы звезды. Включено охлаждение атомами и первыми ионами химических элементов: C, N, O, Mg, Si, S, Ca, Fe.

Результаты:

- 1) Высвечивающийся газ прозрачен в оптическом диапазоне непрерывного спектра. Оптическая глубина по фотоионизации не превышает 0.03, а по тормозному поглощению — 10^{-3} .
- 2) Потоки линейчатого и непрерывного излучения сопоставимы друг с другом, их отношение зависит от параметров атмосферы.
- 3) Мощность рекомбинационного излучения прозрачного газа может быть достаточной для объяснения наблюдаемого излучения бальмеровского и пашеновского скачков.
- 4) Теоретические потоки в спектральных линиях бальмеровской серии соответствуют наблюдаемым.

Эти результаты согласуются с моделью, в которой излучение в линиях и бальмеровский скачок в эмиссии определяются ударной волной в надфотосферных слоях, а чернотельное излучение даёт фотосфера, прогреваемая потоком надтепловых частиц.

¹ Физический факультет МГУ

² ГАИШ МГУ, Москва

Картографирование поверхностей экзопланет: поиск жизни во Вселенной

С.В. Бердюгина¹

E-mail: *sveta@leibniz-kis.de*

Чтобы обнаружить жизнь на планетах за пределами Солнечной системы, нужны методы повышающие чувствительность и пространственное разрешение наблюдений. В этом докладе мы представим метод для восстановления изображений (карт) поверхностей экзопланет, основанный на инверсии потока отраженного света, измеряемого в ходе орбитального и осевого вращения планеты: ExoPlanet Surface Imaging (EPSI). Такая кривая блеска содержит достаточно информации для обнаружения как долготных, так и широтных структур в геометрическом альbedo поверхности экзопланеты. Мы демонстрируем это с помощью примеров планет и спутников Солнечной системы, а также модельных планет с земной жизнью. Карты альbedo, полученные в различных спектральных диапазонах, обеспечат «фотографические» виды экзопланет и помогут определить состав их поверхности и даже обнаружить жизнь и цивилизации. Чтобы получить такие карты близких экзопланет, нужен специализированный интерферометрический телескоп с эффективным диаметром более 20м: Exo-Life Finder (ELF). Технологии для его постройки уже существуют, и он может быть построен в течение 5–7 лет.

¹ Kiepenheuer Institut fuer Sonnenphysik, Germany

Ультрахолодный белый карлик в двойной системе PSR J0740+6620

Д.М. Бероня¹, Д.А. Зюзин¹, А.В. Карпова¹, А.Ю. Кириченко^{2,1},
Ю.А. Шибанов¹, С.В. Жариков²

E-mail: *daria.beronya@gmail.com*

Мы представляем результаты детектирования необычного оптического компаньона в двойной системе с миллисекундным радиопульсаром PSR J0740+6620 ($P_b = 4.8$ дней). Наблюдения системы были выполнены нами на Большом Канарском телескопе GTC с диаметром зеркала 10 м в двух фильтрах Sloan r' и i' с суммарными экспозициями 3.7 и 2.4 кс соответственно. В области локализации пульсара, ограниченной эллипсом неопределенности ≈ 0.2 угловых секунд, обнаруживается слабый звездообразный объект — вероятно, компаньон пульсара — со звездной величиной $r' = 26.5 \pm 0.2$, $i' = 25.5 \pm 0.2$. Анализ исправленной за межзвездное поглощение диаграммы показатель цвета - звездная величина $r'(r'-i')$ и кривых остывания белых карликов с разным составом атмосфер показал, что оптический компаньон наиболее вероятно соответствует белому карлику с гелиевой атмосферой, имеющему возраст более 5 млрд лет и температуру порядка 3500 К. По всей видимости, наблюдаемый пульсар состоит в двойной системе с необычным компаньоном — ультрахолодным белым карликом. В настоящее время обсуждаются возможные пути образования и эволюции таких систем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 18-32-00781 мол_а.

¹ Физико-технический институт им. Иоффе, Политехническая 26, Санкт-Петербург

² Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 877, Ensenada, Baja California, México

Спектроскопия на пределе возможностей РТТ-150

И.Ф. Бикмаев^{1,2}

E-mail: *ibikmaev@yandex.ru*

В докладе будут представлены результаты исследований на 1.5-м телескопе РТТ-150 в области практической спектроскопии высокого, среднего и низкого разрешения в применении к различным типам объектов, для анализа которых необходим метод моделей атмосфер и его приложения. Будут показаны предварительные результаты анализа спектра Веги, полученные с отношением сигнал/шум в несколько тысяч, результаты поиска планет около группы звезд G-K-гигантов с использованием йодной ячейки при точности измерения лучевых скоростей в 10–20 метров в секунду, результаты определения параметров атмосфер оптических компонент массивных двойных рентгеновских систем. Дополнительно будет обсуждена спектроскопия астероидов и массивных скоплений галактик.

¹ Казанский федеральный университет, Казань, Россия

² Академия наук Республики Татарстан, Казань, Россия

Переменность эмиссионных линий в спектре двойной звезды Ве Хербига HD 200775

А.П. Бисярина¹, А.М. Соболев¹, С.Ю. Горда¹,
А.С. Мирошниченко^{2,3,4}

E-mail: *bisjarina_nastya@mail.ru*

Звезда HD 200775 — двойная звезда с орбитальным периодом 1361.3 дня, окруженная общим диском, прослеживаемым в ИК-излучении. Звезда принадлежит к числу звезд Ве Хербига. Вокруг главной компоненты системы существует аккреционный диск, вероятно образованный благодаря аккреции вещества общего диска на главную компоненту системы. При этом диск или какие-либо свидетельства его существования вокруг второго компонента системы не наблюдаются. Переменность линии H_α , образованной в аккреционном диске главной компоненты, характеризуется наличием фаз повышенной активности, которые возникают с периодом, близким к орбитальному.

В ходе предыдущих спектральных исследований нами было, в частности, показано, что профили линий [OI] 6300 и 6363 Å переменны и переменность происходит на отдельных участках профиля. При этом профили, полученные в разные эпохи наблюдений, но в близкие орбитальные фазы, схожи между собой, а интенсивность выделенных участков профиля меняется с периодом, близким к орбитальному. В данной работе мы продолжаем исследование линий [OI] и по аналогии исследуем переменность широких эмиссионных линий в спектре звезды, предположительно образованных в аккреционном диске или дисковом ветре — линий FeII и SiII в оптической части спектра, а также линий HI, OI, CaII, наблюдаемых в более длинноволновой области спектра (7000–9000 Å). Показано, что переменность исследованных эмиссионных линий связана с орбитальной фазой двойной системы. Исследована корреляция переменности широких эмиссионных линий в спектре звезды. Основная часть оптических данных высокого спектрального разрешения получена с 2012 года по настоящее время на 1.2 метровом телескопе Коуровской Астрономической обсерватории УрФУ. В работе также использованы данные наблюдений других инструментов, включая архивные данные с 1994 года. Участок спектра 8000–9000 Å был исследован на основе архивных данных, полученных на телескопе CFHT (Canada-France Hawaii Telescope).

Работа проведена при финансовой поддержке государства в лице Министерства образования и науки Российской Федерации (базовая часть гос. задания, РКАААА-А17-117030310283-7), а также при финансовой поддержке постановления 211 Правительства Российской Федерации, контракт 02.А03.21.0006.

¹ Астрономическая обсерватория УрФУ, Екатеринбург

² Department of Physics and Astronomy, University of North Carolina at Greensboro, Greensboro, USA

³ Главная Астрономическая обсерватория РАН, Пулковое, Санкт-Петербург

⁴ Астрофизический институт имени Фесенкова, Алма-Ата, Казахстан

Поведение магнитных полей с циклами активности у солнечноподобных звезд

В.В. Бутковская¹, С.И. Плачинда¹

E-mail: *vbutkovskaja@gmail.com*

Циклы активности, наблюдаемые у Солнца и многих холодных звезд, являются результатом работы динамо-механизмов, которые запускаются совместным действием конвекции во внешних слоях и вращением звезды. Несколько десятилетий основным индикатором магнитной активности были хромосферные эмиссионные линии. Современные методы спектрополяриметрии позволяют измерять магнитные поля у звезд с конвективными оболочками с точностью до 1 Гс. Появилась возможность вместо усредненных по диску хромосферных и фотосферных потоков разделять и исследовать глобальную и локальную составляющую магнитного поля, отслеживать долгосрочную эволюцию топологии магнитных полей звезд.

Представляет интерес сравнение временной эволюции глобальных и локальных магнитных полей и других показателей фотосферной и хромосферной активности. Измерение разных параметров, связанных с магнитной активностью, может дать полную информацию для численного моделирования механизмов генерации магнитного поля в холодных звездах на разных пространственных масштабах. Знание параметров и диапазона переменности магнитного поля родительской звезды позволит судить о возможности зарождения и эволюции жизни в ее планетной системе.

Для большинства объектов, временная база спектрополяриметрических наблюдений ограничена несколькими годами. Но для нескольких звезд уже получены временные ряды измерений магнитного поля, полностью перекрывающие циклы активности. Мы представим краткий обзор поведения магнитных полей с циклами активности у избранных солнечноподобных звезд.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория, Научный

Магнитное поле α звезды 33 Lib: исследование в избранных спектральных линиях

В.В. Бутковская^{1,2}, С.И. Плачинда^{1,2}

E-mail: *vbutkovskaja@gmail.com*

Исследование неоднородностей магнитного поля в атмосферах α -звезд имеет важное значение для моделирования топологии магнитного поля и изучения неоднородностей распределения химических элементов в атмосферах этих звезд.

33 Lib (HD 137949) — SrEuCr α -звезда с эффективной температурой 7350 K, $\log g = 4.4$, $B_s = 4.9$ кГс, $v \sin i < 8.0$ км/с [1]. Используя собственные измерения поверхностного магнитного поля 33 Lib и анализируя измерения продольного компонента, полученные другими авторами, в [2] пришли к выводу, что период вращения звезды превышает 75 лет. Таким образом, авторы не подтвердили значение периода вращения 23.26 дня, предложенное по результатам анализа зеемановских спектрограмм в работе [3]. В работе [4] предположили, что продольное магнитное поле 33 Lib меняется с периодом 7.0187 дня. Этот период был трактован авторами как период вращения.

Мы представим результаты измерения магнитного поля 33 Lib в избранных спектральных линиях. В работе использованы спектрополяриметрические наблюдения из открытой базы данных CADC (<http://www.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca>), полученные в течение 4 ночей (из них 3 ночи подряд) в 2006 году на спектрографе ESPADONS CFHT. Период 7.0187 дня нами не подтвержден.

Литература

1. *T. Ryabchikova, N. Piskunov, I. Savanov, F. Kupka, and V. Malanushenko*, *A&A*, **343**, 229, 1999.
2. *G. Mathys, S. Hubrig, J.D. Landstreet, T. Lanzky, and J. Manfroid*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **123**, 353, 1997.
3. *S.C. Wolff*, *The Astrophysical Journal*, **202**, 127, 1975.
4. *I.I. Romanyuk, E.A. Semenko, and D.O. Kudryavtsev*, *Astrophysical Bulletin*, **69**, 427, 2014.

¹ Главная астрономическая обсерватория, Киев

² Крымская астрофизическая обсерватория, Научный

Бальмеровский декремент в спектре излучения ударной волны

К.В. Бычков¹, О.М. Белова^{1,2}

E-mail: *bychkov@sai.msu.ru*

Продемонстрирована необходимость учёта различия электронной T_e и атомно-ионной T_{ai} температур при расчёте высвечивания газа позади фронта ударной волны для объяснения наблюдаемого бальмеровского декремента в спектрах мирид и красных карликовых звёзд во время вспышек. Расчёты выполнены в диапазоне скоростей натекания газа на фронт от 30 км/с до 100 км/с для условий в атмосферах холодных звёзд: температура фотосферы $3000 \text{ K} < T_0 < 6000 \text{ K}$, концентрация газа $11 < \lg N_0 (\text{см}^{-3}) < 14$, напряженность магнитного поля $0 < \lg H_0 < 10$ Гс. Наблюдаемое в миридах [1], инверсное отношение потоков $H\delta/H\gamma$, достигающее до 3, получается естественным образом при учёте различия T_e и T_{ai} . С другой стороны, в упрощённом приближении [2], когда принимается равенство температур на всём протяжении от фронта до полного высвечивания, теоретическое значение $H\delta/H\gamma$ получается меньшим единицы. Наши расчёты также согласуются с наблюдениями вспышек красных карликов [3], где отношение $H\delta/H\gamma$ меняется от инверсного 1.19 в максимуме до 0.78 по мере затухания вспышки.

Литература

1. *M.W. Fox, P.R. Wood, and M.A. Dopita*, *Aph. J.*, **286**, 337, 1984.
2. *M.W. Fox and P.R. Wood*, *Aph. J.*, **297**, 455, 1985.
3. *W.E. Kunkel*, *Aph. J.*, **161**, 503, 1970.

¹ ГАИШ МГУ

² Физический факультет МГУ

Исследование экзопланет в САО РАН

Г.Г. Валявин¹

E-mail: *gvalyavin@gmail.com*

Начиная с 2014-го года в САОРАН стартовала программа комплексного исследования экзопланет. Программа подразумевает развитие и реализацию спектральных, спеклинтерферометрических и фотометрических методов исследований, исследование биомаркеров и свойств зон обитания у холодных звезд Главной Последовательности. В сообщении будут изложены основные результаты хода программы, полученные к 2018 году. Среди этих результатов особое внимание уделено развитию методики получения трансмиссионных спектров экзопланет, с помощью которых детектируются и исследуются химические элементы их атмосфер. Будут описаны методика и примеры первых таких спектров, полученных как в САОРАН, так и с использованием инструментариев других обсерваторий. В конце сообщения будут доложено о состоянии инструментальных проектов, связанных с программой.

¹ Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Трансмиссионный спектр экзопланеты WASP-32b

Г.Г. Валявин¹, А.Ф. Валеев^{1,2}, А.О. Граужанина¹,
Г.А. Галазутдинов^{1,3,4}

E-mail: *racwet@yandex.ru*

Мы представляем трансмиссионный спектр экзопланеты WASP 32b, полученный на телескопе GTC во время транзита.

По результатам исследования в атмосфере и экзосфере планеты обнаружено наличие химических элементов Na и K. Возможно также наличие оксида титана, оксида ванадия и водорода H₂.

Анализ шкалы высот экзопланеты показывает, что обнаруженные химические элементы находятся в экзосфере планеты (выше ее атмосферных слоев).

¹ Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167, Россия

² Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, 420008, Россия

³ Северный Католический Университет, Антофагаста, 0610, Чили

⁴ Пулковская Обсерватория, Санкт-Петербург, 196140, Россия

Расчет сечений медленных неупругих столкновений кальция и водорода

Д.В. Власов^{1,2}, А.К. Беляев¹

E-mail: *dmitry.v.vlasov@gmail.com*

Настоящее исследование посвящено расчету сечений возбуждения и образования ионной пары $\text{Ca}^+ + \text{H}^-$ для столкновительной системы $\text{Ca} + \text{H}$ в рамках последовательного квантового подхода. Расчеты сечений для квазимолекулы CaH приводились ранее в работах [1, 2] на основе модели Ландау-Зинера [3]. В данной работе произведено решение ядерной части полной задачи столкновения в соответствии с подходом Борна-Оппенгеймера в гибридном диабатическом представлении [4] путем численного интегрирования системы связанных уравнений на основе преобразованных квантово-химических данных из работы [5]. Точность таких вычислений имеет значение для астрофизических приложений. Это обусловлено отклонениями от приближения локального термодинамического равновесия (не ЛТР эффекты) [6], что может приводить к неточным результатам, особенно при использовании формулы Дравина. Также это важно при необходимости получить сечения образования ионных пар и взаимной нейтрализации, которые играют доминирующую роль по сравнению с сечениями возбуждения для ковалентного взаимодействия.

Результатом исследования являются зависимости сечений возбуждений для первых одиннадцати состояний $^2\Sigma^+$, включая ионный терм $\text{Ca}^+ + \text{H}^-$.

Работа поддержана Российским научным фондом, грант № 17-13-01144.

Литература

1. A.K. Belyaev, S.A. Yakovleva, M. Guitou, A.O. Mitrushchenkov, A. Spielfiedel, N. Feautrier, *Astron. Astrophys.*, **587**, A114, 2016
2. A.K. Belyaev, Y.V. Voronov, S.A. Yakovleva, A. Mitrushchenkov, M. Guitou, N. Feautrier, *Astrophys. J.*, **851**, 59, 2017
3. A.K. Belyaev, *Phys. Rev. A.*, **88**, 052704, 2013
4. Д.В. Власов, Д.С. Родионов, А.К. Беляев, *Оптика и спектроскопия*, **124**, 579, 2018
5. A. Mitrushchenkov, M. Guitou, A.K. Belyaev, S.A. Yakovleva, A. Spielfiedel, N. Feautrier, *J. Chem. Phys.*, **146**, 014304, 2017
6. P.S. Barklem, *Astron. Astrophys. Rev.*, **24**, 1, 2016

¹ РГПУ им. А. И. Герцена, кафедра теоретической физики и астрономии

² ООО «Т-Системс РУС»

Движение планеты в атмосфере красного гиганта

М.И. Волобуева¹, И.С. Яковлев¹, П.А. Тараканов¹

E-mail: *panther_gatchina@mail.ru*

При достижении звездой в процессе эволюции стадии красного гиганта планеты, находящиеся на близких околозвездных орбитах, могут оказаться внутри атмосферы гиганта. Оценки показывают, что планета может двигаться в атмосфере звезды достаточно долгое время, не испытывая значительного снижения в глубокие слои атмосферы и создавая сильную ударную волну. В частности, в работе [1] механизм воздействия близкого спутника на атмосферу красного гиганта рассматривается в качестве возможного объяснения фотометрической и спектральной переменности мириды. Однако все эти предположения подкреплялись лишь простейшими оценками интенсивности излучения возмущенной области, детальные расчеты газодинамических моделей излучающего газа в подобных условиях не производились.

В данной работе произведено построение более точных количественных моделей взаимодействия планеты с атмосферой красного гиганта. Получено распределение макроскопических параметров возмущенного газа за головной ударной волной, для чего было проведено численное решение системы уравнений газовой динамики с учетом переноса излучения (см. также работу [2]). Применение различных моделей течения газа и различных методов вычислительной газодинамики позволило провести сравнение полученных результатов как друг с другом, так и с результатами других авторов. Также произведен сравнительный анализ влияния различных параметров моделей на результаты расчетов.

Литература

1. *G.M. Rudnitskij*, The Impact of Large-Scale Surveys on Pulsating Star Research, ASP Conference Series, **203**, 384, 2000.
2. *M.I. Volobueva, P.A. Tarakanov*, *Astrophysics*, **58**, 3, 430, 2015.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Расчёты атомных данных о неупругих процессах при столкновениях различных химических элементов с водородом

Я.В. Воронов¹, С.А. Яковлева¹, А.К. Беляев¹

E-mail: voronov_yaroslav@mail.ru

Исследованы неупругие процессы при столкновениях марганца с водородом [1] (19 ковалентных состояний $\text{Mn} + \text{H}$ и одно ионное $\text{Mn}^+ + \text{H}^-$) с помощью многоканальной формулы с использованием модельных потенциалов. Показано, что наибольшие величины констант скорости ($>10^{-8}\text{см}^3\text{с}^{-1}$) соответствуют процессам взаимной нейтрализации $\text{Mn}^+(3d^54s^7S) + \text{H}^-(1s^2^1S) \rightarrow \text{Mn}(3d^54s(7S)5s^8S) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Mn}(3d^54s(7S)5s^6S) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Mn}(3d^54s(7S)5p^8P^\circ) + \text{H}(1s^2S)$ и $\text{Mn}(3d^54s(7S)4d^8D) + \text{H}(1s^2S)$.

Также исследованы неупругие процессы при столкновениях кальция с водородом. Рассмотрена квазимолекула CaH [2, 3] (17 ковалентных состояний $\text{Ca} + \text{H}$ и одно ионное $\text{Ca}^+ + \text{H}^-$) методом токов вероятности с использованием вариационных молекулярных потенциалов (11 термов) и многоканальной формулой с использованием модельных потенциалов (7 термов). Также рассмотрена система CaH^+ [4] (13 состояний $\text{Ca}^+ + \text{H}$, 3 состояния $\text{Ca} + \text{H}^+$, одно ионное $\text{Ca}^{++} + \text{H}^-$) методом токов вероятности с использованием вариационных молекулярных потенциалов. Показано, что для квазимолекулы CaH наибольшие величины констант скорости ($>10^{-8}\text{см}^3\text{с}^{-1}$) соответствуют процессам взаимной нейтрализации в выходные каналы рассеяния $\text{Ca}(4s5s^3S) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Ca}(4s5s^1S) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Ca}(4s5p^3P^\circ) + \text{H}(1s^2S)$ и $\text{Ca}(4s5p^1P^\circ) + \text{H}(1s^2S)$. Для квазимолекулы CaH^+ наибольшие величины констант скорости соответствуют процессам нейтрализации $\text{Ca}^{2+}(3p^6^1S) + \text{H}^-(1s^2^1S) \rightarrow \text{Ca}^+(4f^2F^\circ) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Ca}^+(6s^2S) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Ca}^+(5d^2D) + \text{H}(1s^2S)$, $\text{Ca}^+(6p^2P^\circ) + \text{H}(1s^2S)$ и $\text{Ca}^+(7s^2S) + \text{H}(1s^2S)$, а также процессу девозбуждения $\text{Ca}(4s4p^1P) + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^+(4s^2S) + \text{H}(2s^2S)$.

Литература

1. A.K. Belyaev, Ya. V. Voronov, *Astronomy & Astrophysics*, **606**, A106, 2017.
2. A.K. Belyaev, Ya. V. Voronov, S.A. Yakovleva, A. Mitrushchenkov, M. Guitou, N. Feautrier, *Astrophysical Journal*, **851:59**, 5pp, 2017.
3. A. Mitrushchenkov, M. Guitou, A.K. Belyaev, S.A. Yakovleva, A. Spielfiedel, N. Feautrier, *Journal of Chemical Physics*, **146**, 014304, 2017.
4. A.K. Belyaev, Ya. V. Voronov, F.X. Gadéa, (in press).

¹ Российский Государственный Педагогический Университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Метод поиска полярных звезд с использованием среднеполосных фильтров

М.М. Габдеев¹, Т.А. Фатхуллин¹

E-mail: gatak@sao.ru

Описывается метод поиска полярных звезд при помощи среднеполосных фильтров фирмы Edmund Optics (100Å) [1]. Для определения критерия отбора полярных звезд мы построили цветовые диаграммы $\Delta(4700-5250) - \Delta(5250-6560)$, где λ_{center} — центральная длина волны светофильтра. В качестве испытуемых объектов были отобраны спектры полярных звезд снятых на телескопе БТА с приборами SCORPIO[2] и SCORPIO-2 [3], а также спектры известных полярных звезд, найденные в базе SDSS [4]. Всего в выборке оказался 31 поляр (8 БТА + 23 SDSS). В качестве сравнения из архива SDSS были скачаны 1000 спектров звезд поля. Результаты показали, что большинство полярных звезд отделяются от общего массива звезд. Определена линейная зависимость показателей цвета $\Delta(5250 - 6560) > 3.33 \cdot \Delta(4700 - 5250) + 1$, разделяющая звезды и полярные. Предлагаемый метод будет реализовываться на новом фотометре-поляриметре Цейсс-1000 САО РАН.

Литература

1. <https://www.edmundoptics.com>.
2. Afanas'ev V. L., Moiseev A.V., Astron. Lett., **31**, 194, 2005.
3. Afanasiev V.L., Moiseev A.V., Baltic Astronomy **20**, 363, 2011.
4. <https://dr14.sdss.org/optical/spectrum/search>.

¹ САО РАН, Кавказ

Современное состояние в области изучения экзопланет. Обзор выдающихся открытий и наблюдательных свойств

Д.Р. Гадельшин¹

E-mail: gdamir-85@mail.ru

Экзопланетами называются объекты, подобные планетам Солнечной системы, движущиеся по орбите вокруг далёких звёзд или их остатков. Изучение экзопланет является частью современной фундаментальной науки. Знание о них важно в мировоззренческом плане и философском понимании места человечества во Вселенной. Считается, что именно планеты при определённых условиях могут быть приютами для жизни, колыбелями цивилизаций.

Экзопланетология сегодня — это молодое, быстро развивающееся и расширяющееся направление исследования. В докладе будет изложена краткая история открытий планет вне Солнечной системы, рассмотрены основные методы их поиска, самые продуктивные проекты и инструменты по их изучению. Будут обсуждаться наиболее выдающиеся открытия последних лет и наблюдательные свойства планетных систем в целом. Также будет представлена основная статистика открытий по состоянию на дату доклада.

¹ САО РАН

GAIA14aae — катаклизмическая переменная с глубокими затмениями

А.И. Галеев^{1,2}, Х.Х. Эсеноглу³, Н.Н. Нурыев¹

E-mail: *almazgaleev2@yandex.ru*

В данной работе выполнена обработка фотометрических данных новой катаклизмической переменной звезды GAIA14aae, относящейся к звездам типа AM CVn. Фотометрические наблюдения этой звезды получены в 2016–2017 гг. на телескопах РТТ–150, Т–100 и Т–60, которые установлены в Турецкой Национальной Обсерватории TUBITAK. По данным для 10 ночей наблюдений на телескопах РТТ–150 и Т–100, уточнено значение периода, составляющее 49.7 минут и построена фазовая кривая изменения блеска, демонстрирующая глубокие затмения более чем на 2.5 зв. величины. Кривая блеска, а также анализ спектров звезды, полученных на приборе TFOSC телескопа РТТ–150 позволяют идентифицировать объект GAIA14aae как затменный поляр. Также по наблюдениям на телескопе Т–60 уточнены значения звездных величин звезды в фильтрах *BVR*: $B = 17.72$, $V = 18.10$, $R = 18.75$.

Данная работа частично поддержана грантом РФФИ 10-02-01145-а. Авторы благодарны TUBITAK за поддержку наблюдений на РТТ–150.

¹ Казанский федеральный университет, Казань

² Академия Наук Татарстана, Казань

³ Стамбульский университет, Стамбул, Турция

Прецессия и глитчи в рамках трёхкомпонентной модели нейтронной звезды

О.А. Гогличидзе¹, Д.П. Барсуков¹

E-mail: *goglichidze@gmail.com*

Наиболее успешные теории пульсарных глитчей основаны на предположении о том, что во внутренних слоях нейтронных звёзд имеет место пиннинг сверхтекучих нейтронных вихрей [1]. Однако ряд авторов указывали на то, что гипотеза о припиннированной сверхтекучей жидкости делает невозможной прецессию нейтронных звёзд с периодами порядка года и больше [2, 3, 4]. В то же время прецессия с такими периодами, как считается, наблюдается как минимум у нескольких пульсаров [5, 6]. В работе показано, что данное противоречие может быть разрешено, если предположить, что пиннинг имеет место в области внешнего ядра, магнитно развязанной с корой.

Литература

1. *Haskell B., Melatos A.*, International Journal of Modern Physics D, **24**, 1530008, 2015.
2. *Shaham J.*, ApJ, **214**, 251, 1977
3. *Sedrakian A., Wasserman I., Cordes J. M.*, ApJ, **524**, 341, 1999
4. *Link B.*, A&A, **458**, 881, 2006
5. *Ashton G., Jones D. I., Prix R.*, MNRAS, **458**, 881, 2016
6. *Kerr M., Hobbs G., Johnston S., Shannon R. M.*, MNRAS, **455**, 1845, 2016

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе

О влиянии эллипсоидальности компаньона на эффект отражения в двойных рентгеновских пульсарах

М.В. Гончарова¹, А.В. Дементьев¹

E-mail: *a.dementiev@spbu.ru*

Рассматривается следующая модель двойного рентгеновского пульсара:

- 1) компактный источник, который излучает в ограниченном телесном угле и вращается подобно маяку (представляет источник рентгеновского излучения);
- 2) экран, который отражает падающее излучение, имеет форму эллипсоида вращения с большой полуосью, вытянутой в направлении на источник (представляет компаньон пульсара).

Предполагается, что возникающие при отражении от экрана импульсы регистрируются удаленными наблюдателями с определенных направлений относительно расположения ком-понентов двойной системы. Исследуется влияние параметров эллипсоида вращения на свойства отраженного экраном импульсного излучения. Для нахождения расстояния между источником и точками на поверхности эллипсоида используются новые методы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-00413.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

Структура внутреннего диска классической звезды типа Т Тельца LkCa 15

К. Гранкин¹, S.H.P. Alencar², J. Bouvier³, E. Alecian³,
J.-F. Donati⁴, C.P. Folsom⁴, and the MaTYSSE collaboration

E-mail: *konstantin.grankin@craocrimea.ru*

Процессы магнитосферной аккреции хорошо изучены для молодых звезд с развитыми аккреционными дисками, например, как в случае с AA Tau. Однако мы мало знаем о магнитосферной аккреции у молодых объектов с переходными дисками, которые имеют большие внутренние полости, как в случае с LkCa 15. В этой работе мы исследуем структуру внутреннего диска у классической звезды типа Т Тельца LkCa 15, являющейся прототипом системы с переходным диском. С этой целью мы предприняли квазиодновременные фотометрические и спектрополяриметрические наблюдения в течение нескольких периодов вращения центральной звезды. Анализ вариаций блеска, показателей цвета и профилей спектральных линий позволил проследить свойства аккреционного потока от внутреннего края аккреционного диска до центральной звезды. Используя спектрополяриметрические данные, мы измерили магнитное поле и определили его крупномасштабную топологию.

Мы подтверждаем, что LkCa 15 демонстрирует магнитную, фотометрическую и спектральную переменность с периодичностью около 5.7 суток. Регистрация большого числа кратковременных ослаблений блеска предполагает присутствие деформации во внутреннем диске, которая расположена близко к радиусу коротации. Изменения профиля линий и вуалирования согласуются с моделью магнитосферной аккреции, в которой аккреционные потоки достигают поверхности звезды на высоких широтах, что приводит к формированию аккреционного удара вблизи магнитных полюсов. Все доступные диагностики указывают на существование сильно наклоненного внутреннего диска, который активно взаимодействует со звездной магнитосферой. Этот результат находится в противоречии с умеренным наклоном внешнего переходного диска, имеющего большую внутреннюю полость в 50 а.е. Таким образом, наши результаты свидетельствуют о существенной несогласованности между углами наклона внутреннего аккреционного и внешнего диска у этой молодой системы.

¹ Крымская Астрофизическая Обсерватория РАН, Научный, Крым

² Departamento de Física – ICEx – UFMG, Belo Horizonte, Brazil

³ Université Grenoble Alpes, CNRS, IPAG, Grenoble, France

⁴ IRAP, Université de Toulouse, CNRS, UPS, CNES, Toulouse, France

Расчет профилей спектральных линий, образующихся в рассеивающей полубесконечной атмосфере звезды

В.В. Григорьев¹, Д.И. Нагирнер¹

E-mail: *vitaliygrigoryev@yandex.ru*

Усовершенствован алгоритм построения теоретических профилей излучения и поглощения, образующихся в газовой среде. Считается, что рассеяние в линии происходит при фойгтовском коэффициенте поглощения с полным перераспределением по частоте. Учитывается непрерывное поглощение в рамках модели Милна-Эддингтона. Создан пакет программ для расчета H-функций и интегралов от них, позволяющих строить профили линий для широкого набора параметров модели (фойгтовский параметр, доля поглощения в континууме от поглощения в центре линии, вероятность переизлучения фотона при рассеянии) и при различных источниках в линии и континууме. Методика рассчитана на применение при интерпретации профилей линий в спектрах звездных атмосфер. Приводятся примеры расчета профилей. В частности, дано качественное обоснование модели образования циклотронной особенности при отражении излучения аккреционной колонки от атмосферы нейтронной звезды.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Уширение фотосферных линий в спектрах молодых холодных звезд при рассеянии в околозвездных дисках

В.П. Гринин^{1,2}

E-mail: *vgcrao@mail.ru*

Излучение звезд, рассеянное в протопланетных дисках, играет важную роль в моделях переменности звезд типа UX Ori. Вклад этого излучения в суммарное излучение системы звезда + диск усиливается при ослаблениях блеска этих звезд и доминирует во время глубоких минимумов. Обычно оно рассматривается как источник фотометрических и поляризационных эффектов, наблюдаемых в эти моменты времени. Менее известно, что рассеяние протопланетным диском излучения звезды может приводить к заметному искажению (за счет эффекта Доплера) фотосферных линий поглощения. В докладе речь пойдет об эффектах такого сорта.

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

² Санкт-Петербургский государственный университет

Белые карлики: новое в старом

А.В. Дементьев¹, В.В. Иванов¹

E-mail: *a.dementiev@spbu.ru*

Будет сообщено о нескольких неожиданных фактах, относящихся к чандрасекаровской теории белых карликов (БК). 1) Учет вклада энергии электронов в массу БК снимает, без привлечения ОТО, чандрасекарову сингулярность (предельная масса в нулевом объеме). При этом нарушение устойчивости по достижении критической массы допускает физическую интерпретацию. 2) Чандрасекаровская теория БК порождает любопытное ранее не замеченное соотношение между мировыми постоянными. 3) Для БК вводится естественная единица измерения их гравитационной энергии E_G . Изучается зависимость E_G от массы БК.

Подробное изложение см. в Гл. X, пп. 3.5, 3.6 и 4.1 руководства [1].

Литература

1. В.В. Иванов, Физика звезд: http://www.astro.spbu.ru/sites/default/files/BOOK_1.pdf

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

Исследование характеристик систем с sdB-субкарликами

Н.Р. Дёминова¹, В.В. Шиманский¹, Н.В. Борисов², М.М. Габдеев²

E-mail: *nellyrd@mail.ru*

В данной работе исследованы три предкатаклизмические переменные: NSVS 14256825, Lan30 и SDSS J162256. Построены наблюдаемые фазовые кривые блеска этих тесных двойных систем в полосах BVR. Выполнено численное моделирование теоретических кривых блеска с учетом эффектов несферичности и отражения. Проведен их анализ на согласование с наблюдениями. Определены фундаментальные параметры систем. Построены нормированные спектры умеренного разрешения и измерены наборы лучевых скоростей sdB-субкарликов. Для вторичных компонент построена зависимость их радиусов от массы для всех изученных систем типа HW Vir. Сделан вывод, что избыток радиусов относительно модельных прогнозов для звезд ГП наблюдается практически во всех системах.

¹ Казанский федеральный университет, Казань

² Специальная астрофизическая обсерватория РАН, п. Нижний Архыз

Образование эмиссионных линий в магнитосферах молодых звезд

Д.В. Дмитриев^{1,2}, В.П. Гринин^{1,2}, Н.А. Катышева³

E-mail: *dmitrievdv242@gmail.com*

Рассматривается образование эмиссионных линий водорода в магнитосферах молодых звезд. Предполагается, что магнитосфера образована дипольным магнитным полем звезды. При этом ось магнитосферы может быть отклонена от оси вращения звезды, что вызывает переменность профилей линий. Перенос излучения в спектральных линиях рассматривается в приближении Соболева с учетом нелокального радиационного взаимодействия. Распределение плотности и температуры газа в магнитосфере принято таким же, как в работе Хартманна и др., 1994 [1]. Приведены результаты расчетов интенсивностей и профилей линий $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ и линии $Br\gamma$ для случая медленно вращающейся звезды. Отдельно рассмотрена модель магнитосферы, в которой падающий газ нагревается излучением аккреционного пятна на поверхности звезды. Сравнение с наблюдениями показывает, что разработанный алгоритм расчетов позволяет моделировать эмиссионные области звезд типа Т Тельца, в излучении которых доминирует магнитосферная эмиссия. Следующим шагом планируется объединить этот алгоритм с алгоритмом расчета моделей дискового ветра, что позволит моделировать спектры молодых звезд с признаками истечения газа.

Литература

1. *L. Hartmann, R. Hewett et al.*, *Astrophysical Journal*, **426**, 669, 1994.

¹ Главная (Пулковская) Астрономическая Обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

³ Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга при МГУ им. Ломоносова, Москва, Россия

Аккреционные ударные волны в атмосферах молодых звезд

А.В. Додин¹

E-mail: *dodin_nv@mail.ru*

Рассчитан спектр излучения области соударения свободно падающего газа с плотными слоями звездной атмосферы для широкого набора параметров, характерных для молодых аккрецирующих звезд. Применение модифицированных методов теории формирования звездных спектров позволило непрерывным образом описать переход от неравновесного остывающего газа к равновесной звездной атмосфере. Наглядно показано как с ростом плотности падающего газа в спектре сначала проявляются эмиссионные линии, затем излучение в континууме, и, наконец, спектр становится абсорбционным. Основное внимание уделено формированию линий H I, He I и He II. Показано, что узкий компонент линий He I и He II формируется за фронтом ударной волны, но при малой остаточной скорости газа, т.е. в равновесной звездной атмосфере; при низкой скорости падающего газа (< 400 км/с) в профиле линий He II 1640\AA , 4686\AA доминирует компонент, формирующийся перед фронтом ударной волны, а у линий He I 5876\AA , 10830\AA этот компонент при умеренных плотностях падающего газа ($\lesssim 3 \times 10^{12}$ см⁻³) выражен слабо. Рассчитаны профили линий для различных простых конфигураций аккреционной области.

¹ Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,
Государственный астрономический ин-т им. П.К. Штернберга

Многолетняя спектральная переменность Ae звезды Хербига HD36112

М.И. Домбровская¹, О.В. Козлова¹

E-mail: *mbjhht@yandex.ru*

Представлены предварительные результаты многолетнего спектрального мониторинга Ae звезды Хербига HD36112 в области эмиссионных линий H_α , He I 5876 и резонансного дублета натрия Na I D. Они показывают, что у звезды наблюдается изменение параметров эмиссионной линии H_α на шкале времени более 7 лет. Лучевые скорости ветровых компонент, наблюдаемых в линии H_α , а также их глубины показывают переменность на более короткой шкале времени (3.5 – 4 года). Отмечается также связь между изменением эквивалентных ширин $EW(H_\alpha)$ и $EW(Na I)$. Это означает, что физический механизм, вызывающий спектральную переменность, носит не локальный характер, а охватывает достаточно протяжённую область околосвёздной газовой оболочки.

Мы полагаем, что речь идёт об изменении физических условий во внутренних областях аккреционного диска и ветра, обусловленных, предположительно, двойственностью или процессом планетообразования. Полученные результаты носят предварительный характер и требуют продолжения наблюдений.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория, п. Научный, Республика Крым, Россия

GAIA14aae — катаклизмическая переменная с глубокими затмениями

А.А. Дудник¹, А.А. Митрофанова², Н.В. Борисов²,
В.В. Шиманский¹

E-mail: *nasya.dudnik@yandex.ru*

Целью данной работы является определение параметров катаклизмических переменных на основе оптического излучения: параметры атмосфер белых карликов (T_{eff} и $\log g$) и фундаментальные параметры компонент (M_1 , R_1 , M_2 , R_2). Для первой части работы спектры систем были получены на БТА САО РАН, для второй части — данные были экспортированы из электронного архива Слоуновского обзора SDSS. Определение физических параметров трёх систем выполнено путем численного моделирования их оптического излучения. Вычисления теоретических спектров проводилось с вариацией обоих параметров водородных атмосфер (T_{eff} и $\log g$) белых карликов до достижения их наилучшего согласования с наблюдаемыми спектрами. На основе найденных параметров атмосфер T_{eff} и $\log g$ были получены значения фундаментальных параметров белых карликов: массы (M_1) и радиуса (R_1), используя сетки трехпараметрических зависимостей температура – масса – радиус для звезд с углеродным и кислородным ядром. При определении значений M_2 использовались полученные оценки масс главных компонент M_1 . Процесс нахождения масс вторичных компонент носил итерационный характер и заключался в согласовании радиусов занимаемых ими полостей Роша с теоретическими радиусами звезд Главной Последовательности заданной массы. Найденные значения масс обоих компонент позволили с использованием третьего закона Кеплера найти размеры больших полуосей FL Psc и TY Psc. В результате спектры умеренного разрешения в диапазоне $\lambda = 4000 - 5000 \text{ \AA}$, содержащие линии Бальмеровской серии H β , оказываются достаточными для определения параметров атмосфер белых карликов с точностью, позволяющей в дальнейшем определять массы и радиусы обеих компонент. Выполнена попытка провести аналогичный анализ для карликовых Новых типа SU UMa и WZ Sge из каталога SDSS на основе использования их архивных спектров. Для ограниченной части объектов удалось найти параметры атмосферы излучающей зоны, которые полностью соответствуют горячему пограничному слою, формирующемуся на внутренней границе аккреционного диска, близкой к поверхности белого карлика. В результате сделан вывод непригодности для используемой методики архивных спектров, полученных на средних и малых телескопах.

¹ Казанский федеральный университет, Казань

² Специальная Астрофизическая Обсерватория, Нижний Архыз

Об условиях образования линии гелия 10830 в дисковых и магнитосферных ветрах молодых звезд

Т.А. Ермолаева^{1,2}, В.П. Гринин^{1,2}

E-mail: *puzurnay.tamara@gmail.com*

Квазирезонансная линия нейтрального гелия 10830 Å наблюдается в спектрах многих молодых звезд малых и промежуточных масс и является чувствительным индикатором состояния газа в эмиссионных областях. Профили этой линии часто имеют форму, свидетельствующую как об аккреции газа звездой, так и об истечении вещества из окрестностей звезды. Аккреционные профили демонстрируют также и другие линии гелия, в то время как истечение вещества наблюдается только в линии 10830 Å.

В нашей работе исследуются условия образования линии гелия в дисковых и магнитосферных ветрах звезд типа Ae/Be Хербига. Для решения этой задачи нами используется разработанный Ферландом пакет CLOUDY. Показано, что необходимая для объяснения профилей типа Р Лебеда оптическая толщина газа в линии HeI 10830 получается в достаточно горячем газе дискового или магнитосферного ветра ($T_e \geq 12000$ К). При этом в ионизации гелия важную роль играет рентгеновское излучение, образующееся на поверхности и в окрестности молодых звезд. Этот вывод перекликается с результатом, полученным Кваном и Фишером [1] для звезд типа Т Тельца.

Литература

1. *J. Kwan, W. Fischer*, MNRAS, **411**, 2383, 2011.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

² Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Оптические наблюдения компаньона миллисекундного пульсара J2302+4442 в двойной системе

Д.А. Зюзин¹, А.Ю. Кириченко^{1,2}, С.В. Жариков²,
Ю.А. Шибанов¹, А.В. Карпова¹, Ш. Дай³, А. Кабрера-Лаверс^{4,5}

E-mail: *da.zyuzin@gmail.com*

В работе представлены результаты глубоких оптических наблюдений с помощью телескопа Gran Telescopio Canarias миллисекундного пульсара J2302+4442 в двойной системе. Был обнаружен кандидат в компаньоны пульсара — источник со звездными величинами $r' = 23.33 \pm 0.02$ и $i' = 23.08 \pm 0.02$, положение которого совпадает с радиоположением пульсара.

Сравнивая показатель цвета и величины источника с теорией остывания белых карликов, мы нашли, что источник, скорее всего, является белым карликом с массой $0.52^{+0.25}_{-0.19}$ масс Солнца и эффективной температурой 6300^{+1000}_{-800} К. Используя измерения параметров системы, выполненные в радиодиапазоне, и наши результаты, мы оценили угол наклона системы $i = 73^{+6}_{-5}$ и массу пульсара $M_p = 3.1^{+2.7}_{-2.0}$ масс Солнца.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-32-00781 мол_а.

¹ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург

² Instituto de Astronomia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Ensenada, Mexico

³ CSIRO Astronomy and Space Science, Australia Telescope National Facility, Box 76, Epping, NSW 1710, Australia

⁴ Instituto de Astrofísica de Canarias, 38200 La Laguna, Tenerife, Spain

⁵ Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife, Spain

Околос звездная активность у различных звезд типа Ae/Be Хербига

Н.З. Исмаилов¹

E-mail: *atai51@mail.ru*

В докладе изложены результаты спектральных исследований отдельных звезд типа Ae/Be Хербига, исследование которых систематически выполняется в ШАО НАНА. Основная задача в этих исследованиях является изучение взаимодействия центральной звезды с материей околос звездного диска с целью выяснения физической природы наблюдаемой активности у молодых звезд этого типа. В настоящей работе излагаются результаты по звездам Π Сер, HD 179218 и V1295 Aql. Было изучено изменение со временем параметров спектральных линий H_{α} , H_{β} , NaI D1, D2, HeI 5876 Å, SiII 6347, 6371 Å, [OI] 6300, 6363 Å.

У всех звезд обнаруживается плавное изменение со временем эквивалентных ширин и лучевых скоростей эмиссионных линий водорода H_{α} и H_{β} . Характерное время переменности у линий водорода составляет 40 дней (у HD 179218) и 60 дней (V1295 Aql). У звезды Π Сер наблюдается циклическая переменность с характерным временем около 10 лет. Профили линий водорода у разных звезд показывают V/R переменность эмиссионных компонент, свидетельствующий о переменной роли аккреции или истечения из околос звездного диска.

Профили линий NaI D1, D2 в спектрах звезд Π Сер и HD179218 представляют собой узкую и глубокую абсорбцию, часто смещенную в синюю часть спектра. Это скорее указывает о происхождении основной структуры этих линий в звездном ветре. У звезды HD179218 в линиях NaI D1, D2 наблюдаются слабые эмиссионные компоненты, которые в разные сезоны показывают признаки аккреции или истечения вещества. У звезды V1295 Aql в линиях NaI D наблюдаются два эмиссионных пика и центральная абсорбция с доминирующим по интенсивности красным компонентом. Изучено изменение со временем лучевой скорости и эквивалентной ширины эмиссионного компонента линии HeI 5876 Å. У звезды Π Сер эта линия имеет многокомпонентный абсорбционный профиль, вероятно, содержащий скрытую эмиссию. У других двух звезд линия HeI 5876 Å имеет двухкомпонентный эмиссионный профиль с центральной абсорбцией. У звезд HD 179218 и V1295 Aql профиль линии имеет явные признаки аккреции вещества из околос звездного диска. Лучевые скорости у отдельных компонент этой линии меняются синхронно и в антифазе с лучевыми скоростями линий водорода. Наблюдается изменение со временем отношение интенсивностей компонент V/R .

В спектрах исследуемых звезд не обнаруживается явная корреляция между параметрами фотосферных линий SiII 6347, 6371 Å и эмиссионными линиями, которые образуются в околос звездном диске. Не обнаруживается определенная закономерность и в изменении со временем параметров линий SiII, хотя переменность, как профилей, так и параметров у этих линий установлено уверенно. Полученные наблюдательные особенности по отдельным звездам обсуждаются в рамках модели о магнитосферной аккреции.

¹ Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ5626, пос.Ю.Мамедалиева, Шамаха

Совместное моделирование динамической и звездной эволюции экзопланетных систем

Г.М. Карелин^{1,2}, П.А. Тараканов¹

E-mail: *georgix@protonmail.com*

При решении различных астрофизических задач, связанных с учетом эффектов вращения и эволюции звезд (например, динамической эволюции экзопланетных систем), требуется наличие достаточно точной модели внутреннего строения и эволюции звезды. Как правило, подобные модели реализуются в виде программного кода, который плохо сопрягается с моделью, предназначенной для решения основной задачи (см., например [1]). Как следствие, эволюция звезд в большинстве случаев учитывается с помощью заранее построенной сетки моделей, однако такой подход из-за естественных ограничений размера такой сетки оказывается не всегда удачным. Поэтому при решении задач такого рода удобно иметь полуфеноменологическую модель эволюции звезды в виде системы дифференциальных уравнений, описывающих изменения основных параметров звезды со временем.

В данной работе на примере карликов поздних спектральных классов рассматривается модель звезды как набора характерных параметров: массы, химического состава, температуры, размеров, скорости вращения. Обсуждаются зависимости между этими параметрами, методы получения этих соотношений и их диапазон применимости. Строится эмпирическая модель эволюции звезды как системы обыкновенных дифференциальных уравнений параметров. С использованием фигур равновесия Гюйгенса-Роша определяется форма вращающейся звезды и предлагается способ учета влияния вращения звезды на ее эволюцию. Полученную систему эволюционных уравнений можно эффективно объединить с уравнениями движения в модель совместной эволюции экзопланетных систем.

Литература

1. *P.A. Tarakanov, A.S. Artamonov, Astrophysics, 58, 550, 2015.*

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

² Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Оптическая идентификация компаньонов миллисекундных пульсаров J0621+2514 и J0214+5222 в двойных системах

А.В. Карпова¹, Д.А. Зюзин¹, Ю.А. Шибанов¹,
А.Ю. Кириченко^{1,2}, С.В. Жариков²

E-mail: *annakarпова1989@gmail.com*

В работе представлен анализ архивных оптических данных по двум миллисекундным пульсарам (МСП) в двойных системах. Их предполагаемые компаньоны могут являться одними из самых горячих среди известных белых карликов, находящихся в таких системах.

МСП J0621+2514 был недавно открыт в радио- и гамма-диапазонах [1, 2]. Мы обнаружили источник, который может являться его компаньоном, в каталогах SDSS и Pan-STARRS. Исходя из звездных величин и показателей цвета, мы сделали вывод, что объект является белым карликом. Сравнение данных с предсказаниями теорий остывания белых карликов показывает, что он имеет эффективную температуру около 10 000 К и массу менее половины массы Солнца. Если предполагаемый компаньон имеет тонкую водородную оболочку, то его время остывания составляет $\lesssim 0.5 \times 10^9$ лет, тогда как характеристический возраст пульсара равен 1.8×10^9 лет. Это может означать, что истинный возраст пульсара меньше характеристического. С другой стороны, это может объясняться наличием толстой водородной оболочки или низкой металличностью звезды-прародителя белого карлика.

МСП J0214+5222 был недавно обнаружен в радиодиапазоне, а его предполагаемый компаньон наблюдался в полосах В и R на 0.9-метровом телескопе WIYN [3]. Мы обнаружили источник также в данных каталога Pan-STARRS и обсерватории Gemini. Предварительный анализ данных показывает, что компаньон может являться белым карликом с эффективной температурой 14–20 тыс. К и возрастом $\lesssim 0.2 \times 10^9$ лет.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-32-00781 мол_а.

Литература

1. *P.S. Ray et al.*, Proc. 2011 Fermi Symp., eConf C11050, 2012 (arXiv:1205.3089)
2. *S. Sanpa-arsa*, PhD thesis, University of Virginia, 2016
3. *K. Stovall et al.*, ApJ, **791**, 67, 2014

¹ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург

² Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, México

Эволюция звёздной активности

М.М. Кацова¹

E-mail: *maria@sai.msu.ru*

Результаты крупных проектов, выполненных в последние несколько десятилетий, дают возможность проследить, как меняется характер активности звёзд солнечной массы, практически на протяжении их жизни — от эпохи звездообразования до этапов, когда цикл становится регулярным. Оценка возраста по периоду осевого вращения (метод гирохронологии) позволяет изучить изменения активности с возрастом. Так, анализ мягкого рентгеновского излучения G звёзд показывает, что самые молодые, быстро вращающиеся звёзды характеризуются насыщением активности, но, уже начиная с периодов вращения 1.1 дня, часть звёзд демонстрирует активность солнечного типа. Такой тип активности, уровень которой определяется скоростью осевого вращения, включает в себя образование пятен, вспышки и т.п., сначала нерегулярен, и только затем появляются условия для формирования циклов. Оцениваются физические характеристики излучения внешней атмосферы и магнитной активности молодого Солнца. Кратко анализируются наблюдения магнитных полей поздних звёзд разного возраста. Обсуждается роль локальных и крупномасштабных магнитных полей в формировании нестационарных и квазистационарных явлений. Особое внимание уделено супервспышкам, зарегистрированным на поздних звёздах миссией Kepler, а также вопросу о том, насколько возможны такие события на Солнце в современную эпоху и в отдалённом прошлом. Эти проблемы весьма актуальны для понимания космических факторов, воздействующих на физические условия в гео- и биосфере ранней Земли и в современную эпоху.

¹ Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, Москва

Квази-резонансные состояния атома водорода

Н.А. Катышева¹, В.П. Гринин^{2,3}, Т.А. Ермолаева³

E-mail: *natkat2006@mail.ru*

Как известно, одна из главных особенностей резонансных переходов состоит в том, что в оптически толстых средах фотон, излученный в резонансной линии, может совершить много рассеяний, прежде чем выйдет из среды или погибнет в результате переходов с возбужденного уровня под действием электронных ударов или других диссипативных процессов. Такое выделенное положение резонансных линий приводит к тому, что в оптически толстых средах основная часть линейчатого излучения может быть сосредоточена преимущественно в резонансных линиях. Это обстоятельство, заметим, часто используется при расчетах функций охлаждения газа за счет радиационных потерь. Однако при очень больших оптических толщинах в частотах линий, когда состояние газа приближается к состоянию термализации, ситуация меняется и резонансная линия перестает быть главной энергетической компонентой линейчатого излучения плазмы (см. например, [1]). Расчеты показывают, что в этой ситуации выживание кванта при рассеянии может иметь место при переходах, возникающих с возбужденных уровней. Такие переходы мы называем квазирезонансными. В данном докладе на примере атома водорода мы исследуем условия, при которых такие ситуации могут иметь место.

Литература

1. Н.А. Катышева, Т.А. Ермолаева, В.П. Гринин, *Астрофизика*, **60**, 579, 2017.

¹ Государственный Астрономический Институт им. П.К. Штернберга МГУ, Москва

² Главная Астрономическая Обсерватория РАН, Санкт-Петербург

³ Санкт-Петербургский государственный университет

Кристаллы Юкавы в недрах вырожденных звезд

А.А. Кожберов

E-mail: *kozherov@gmail.com*

По современным представлениям, в коре нейтронной звезды почти сразу после ее образования формируются упорядоченные структуры ионов. Подобные структуры зачастую описываются с помощью модели кристалла Юкавы, которая предполагает, что кристалл состоит из вырожденного релятивистского электронного газа и полностью ионизированных атомных ядер с зарядом Ze . В работе исследован вопрос о том, какой тип кристаллической решетки образуется при тех или иных параметрах системы $\Gamma \equiv Z^2 e^2 / (aT)$ и $\kappa_{\text{TF}} a$, где T — температура, $a \equiv (4\pi n/3)^{-1/3}$ — радиус ионной сферы, n — концентрация ионов, $\kappa_{\text{TF}} \equiv (4\pi e^2 \partial n_e / \partial \mu_e)^{1/2}$ — волновое число Томаса-Ферми, n_e — концентрация электронов, μ_e — химический потенциал электронного газа. Показано, что при $\kappa_{\text{TF}} a < 1.066$ наименьшей полной энергией всегда обладает ОЦК решетка, тогда как при больших $\kappa_{\text{TF}} a$ возможен структурный переход к ГЦК решетке. Переходов к другим типам решеток обнаружено не было.

¹ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург

Многолетняя спектральная активность Ae звезды Хербига HD 190073

О.В. Козлова¹

E-mail: *oles_kozlova@mail.ru*

Приводятся результаты многолетнего спектрального мониторинга ($R = 20000$) Ae звезды Хербига HD 190073 в области эмиссионной линии H_α , гелия He I 5876Å и линий резонансного дублета натрия Na ID.

Полученные результаты показывают, что на луче зрения постоянно присутствует неоднородный газ на скорости, близкой к нулевой. Ветер в линии H_α имеет неоднородную структуру и состоит из нескольких компонент, которые отличаются друг от друга по лучевой скорости. Такая структура ветра очень устойчива и наблюдается также в линиях резонансного дублета натрия.

Некоторые параметры эмиссионной линии H_α , а также лучевые скорости ветровых компонент показывают многолетнюю волну на шкале времени около 2500 суток. Аналогичная волна заметна и в изменении эквивалентных ширин резонансного дублета натрия $EW(NaI)$ и гелия $EW(HeI)$. Эти величины показывают также хорошую корреляцию друг с другом.

Полученные результаты означают, что физические параметры и кинематика околос звездного газа во внутренних областях аккреционного диска и ветра HD 190073 меняются на многолетней временной шкале.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым

Анализ спектров хромосферно-активных звезд V837 Tau и PW And

А.И. Колбин¹

E-mail: *kolbinalexander@mail.ru*

Настоящий доклад посвящен анализу магнитной активности двух хромосферно-активных звезд: двойной системы типа RS CVn V837 Tau и молодого K2-карлика главной последовательности PW And. Их исследование проводилось на основе временных рядов спектров высокого разрешения, полученных на 1.5м телескопе РТТ-150 и покрывающих вращательные периоды звезд. Для усиления отношения сигнал-шум фотосферных профилей линий применялся метод LSD, позволивший выявить эффекты запятненности поверхности. Путем моделирования спектров определены фундаментальные параметры обеих звезд, а для V837 Tau уточнены параметры орбиты на основе моделирования кривых лучевых скоростей. Выполнено доплеровское картирование поверхности яркой компоненты V837 Tau, а также поверхности PW And. В обоих случаях полученные карты распределения пятен демонстрируют концентрацию запятненности в средних широтах. Проведен анализ хромосферной эмиссии в линиях H_α и H_β . Для V837 Tau найдена эмиссионная составляющая вторичной компоненты, свидетельствующая о ее магнитной активности, а для PW And имеются указания на формирование эмиссий в структурах, аналогичных солнечным протуберанцам.

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет

Влияние неЛТР-эффектов на линии Cu I

С.А. Коротин¹

E-mail: *serkor1@mail.ru*

Основываясь на расчетах атомных параметров [1] построена модель атома меди для учета отклонений от ЛТР в спектрах звезд. В модель вошли: 116 уровней Cu I, 14 уровней Cu II с детальным учетом 486 радиативных переходов и более 2000 ударных. Тестирование модели, проведенное по спектрам Солнца, Проциона и ряда звезд с дефицитом металлов показало, что наблюдаемые линии Cu I при учете влияния отклонений от ЛТР удастся описать при близком содержании меди. При ЛТР подходе разные линии показывают различное содержание элемента. НеЛТР-поправки достигают 1 dex.

По линиям в оптической области определено содержание у 11 звезд с дефицитом металлов. Проведен реанализ содержания меди по линиям Cu I и Cu II в далекой УФ области по спектрограммам, полученным на HST для 6 звезд, исследованных в [2]. Содержание меди, полученное по линиям в двух степенях ионизации практически совпадают, что говорит о адекватности модели атома.

Показано, что использование неЛТР-подхода убирает дефицит меди относительно железа на низких металличностях, что говорит о сходных темпах нуклеосинтеза этих элементов.

Литература

1. *Y.P. Liu et al.*, *ApJS*, **123**, 30, 2014.
2. *I.U. Roederer, P.S. Barklem*, *ApJ*, **857**, 2, 2018.

¹ Крымская Астрофизическая обсерватория, Научный, Крым, РФ

Итоги исследования RW Aur

С.А. Ламзин¹, О.В. Возякова¹, А.В. Додин¹, К.Н. Гранкин²,
А.Э. Наджип¹, Б.С. Сафонов¹, А.М. Татарников¹,
Д.Н. Шаховской¹, В.И. Шенаврин¹

E-mail: lamzin@sai.msu.ru

Представлены результаты *UBVRIJHKLM* фотометрии и *VRI* поляриметрии молодой звезды RW Aur A, выполненные с 2010 по 2018 г, т.е. в период ее глубоких ослаблений блеска (до 5 mag в полосе *V*). Как и в случае звезд типа UX Ori наблюдается т.н. ‘bluing effect’ и антикорреляция между блеском звезды и степенью поляризации ее излучения, которая в полосе *I* достигала 30%. Сделан вывод, что ослабления блеска RW Aur A вызваны околзвездной пылевой оболочкой, которая представляет собой осесимметричный запыленный дисковый ветер. Пылинки оболочки вызывают селективное рассеяние излучения звезды, как минимум, до 1 мкм и селективное поглощение излучения звезды и ее диска вплоть до 1.5 мкм. Температура пыли в ветре $\sim 300 - 400$ К. Темп потери массы в запыленном ветре превышает $10^{-9} M_{\odot}/\text{год}$.

¹ ГАИШ МГУ

² КрАО

Аккуратный анализ линий Fe I в спектрах K-гигантов: неоднозначность решения

Л.С. Любимков¹, Д.В. Петров¹, Д.Б. Поклад¹

E-mail: lyub@craocrimea.ru

Определены фундаментальные параметры, в том числе эффективная температура T_{eff} , ускорение силы тяжести в атмосфере $\log g$ и индекс металличности $[\text{Fe}/\text{H}]$ для трех ярких и близких K-гигантов: β Gem (K0 III), μ Leo (K2 III) и α Tau (K5 III). Примечательно, что около всех трех звезд были обнаружены гигантские планеты. Результаты сопоставлены с опубликованными высокоточными данными для эталонных звезд (“benchmark stars”), включенных в программу Gaia. Для всех трех гигантов получено очень хорошее согласие с упомянутыми данными для параметров T_{eff} и $\log g$, хотя наша методика их определения была более простой.

Особое внимание уделено анализу линий FeI, на котором основано одновременное определение индекса металличности $[\text{Fe}/\text{H}]$ и параметра микротурбулентности V_t . Этот анализ привел к неожиданным результатам. В частности, для всех трех звезд обнаружилась сильная зависимость оценок $[\text{Fe}/\text{H}]$ и V_t от потенциала возбуждения E_l нижнего уровня линий FeI: чем меньше E_l , тем чувствительнее величина $[\text{Fe}/\text{H}]$ к изменению V_t . Этот эффект не учитывался ранее при исследовании K-гигантов, в том числе при анализе линий FeI для “benchmark stars”. Показано, что его корректный учет приводит к неоднозначности в определении $[\text{Fe}/\text{H}]$ и V_t . Обсуждаются причины такой неоднозначности. Подтверждено, что не-ЛТР эффекты в линиях FeI для K-гигантов с нормальной металличностью очень малы.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный

Давление излучения на аккрецирующее вещество в рентгеновских пульсарах

И.Д. Маркозов¹, А.А. Муштуков², Д.И. Нагирнер¹

E-mail: *markozoviv@mail.ru*

Задача расчёта давления излучения на вещество принципиально важна для понимания физики рентгеновских пульсаров — аккрецирующих нейтронных звёзд с сильными магнитными полями. В таких объектах вещество звезды-компаньона захватывается нейтронной звездой, устремляется к магнитным полюсам нейтронной звезды и теряет там энергию, уходящую, в основном, в виде рентгеновского излучения. При достаточно больших темпах аккреции давление излучения способно заметно влиять на динамику падающего вещества. Из-за высоких температур ($> 10^7$ К) основным механизмом взаимодействия излучения и вещества является Комптоновское рассеяние фотонов на релятивистских электронах падающей плазмы. Особенности рассеяния диктуются (1) высокими скоростями падающего вещества и (2) сильным магнитным полем. Мы рассматриваем задачу рассеяния излучения на электронах падающего вещества, принимая во внимание данные особенности. Результаты работы важны для построения численных моделей рентгеновских пульсаров в широком диапазоне их светимостей.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

² API, University of Amsterdam, Netherlands

Формирование линий Si I – Si II в неравновесных условиях в атмосферах звезд

Л.И. Машонкина¹

E-mail: *lima@inasan.ru*

Построена модель атома Si I – Si II с использованием современных атомных данных. Не-ЛТР анализ спектров высокого разрешения Солнца, Веги, Сириуса и еще 6 звезд классов A и поздних B показал, что для каждой звезды удается добиться ионизационного равновесия Si I/Si II с ее известными параметрами атмосфер, что позволит использовать разработанную модель атома в будущих исследованиях для определения содержания кремния и параметров атмосфер в широком диапазоне спектральных типов. Но отмечаем, что ошибки среднего значения содержания для каждой стадии ионизации — больше, чем получаются для других элементов, таких как Mg I – Mg II и Ti I – Ti II, что, наиболее вероятно, связано с невысокой точностью расчетов вероятностей переходов для Si I и Si II.

¹ Институт астрономии, Российская академия наук, Москва

Определение содержаний алюминия в атмосферах звезд

В.С. Менжевицкий¹, Н.Н. Шиманская¹, В.В. Шиманский¹,
Д.О. Кудрявцев²

E-mail: *vt@kpfu.ru*

Алюминий — элемент, для которого не-ЛТР поправки к содержанию существенны для звезд с $T_{\text{eff}} > 6000$ К и малой металличности $[\text{Fe}/\text{H}] < -1$. Особенностью атома Al I является экстремально высокое значение сечения фотоионизации с основного уровня $3p$ (Seaton et al., 1992; Kohl and Parkinson, 1973), что обуславливает формирование состояния сильной “сверхионизации”, т.е. недонаселенности всех энергетических уровней. Корректный учет ионизации ультрафиолетовым излучением с основного уровня $3p$ имеет большое значение при не-ЛТР расчетах для Al I. В литературе приводятся несколько отличных значений величин порогового сечения фотоионизации с основного уровня атома Al I (Hofsaess, 1979; Yakovlev, 1990, M. J. Seaton et al., 1992).

При определении содержаний алюминия для звезд малой металличности обычно используют линии резонансного дублета, тогда как для звезд с $[\text{Fe}/\text{H}] > -1$ используют субординатные линии. Нами были проведены отдельные расчеты с целью определения содержания алюминия на основе совместного исследования профилей резонансных и субординатных линий Al I в спектрах двух звезд (HD 201889 и HD 22879) с $[\text{Fe}/\text{H}] \sim -1$. При анализе спектров нами исследовались линии резонансного дублета Al I $\lambda\lambda 3944.01, 3961.52 \text{ \AA}$ и дублета субординатных линий $\lambda\lambda 6696.03, 6698.68 \text{ \AA}$.

Результат согласования теоретических и наблюдаемых профилей линий Al I в спектрах исследуемых звезд позволяет сделать вывод о предпочтительности использования данных с более низким сечением фотоионизации (Hofsaess, 1979) при исследовании звезд малой металличности. Различие содержаний алюминия, определенных с использованием различных наборов атомных данных по субординатным линиям оказывается сравнительно небольшим. Поэтому определение содержаний алюминия в атмосферах до $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.0$, где для исследования используются субординатные линии, можно проводить с применением любого из рассматриваемых наборов сечений фотоионизации.

Нами были построены и проанализированы единые не-ЛТР распределения содержаний алюминия ($[\text{Al}/\text{Fe}] - [\text{Fe}/\text{H}]$) и в выборке 160 звезд диска и гало Галактики с металличностью $-4.1 \leq [\text{Fe}/\text{H}] \leq 0.3$. Итоговое не-ЛТР распределение $[\text{Al}/\text{Fe}] - [\text{Fe}/\text{H}]$, в целом, имеет качественное согласие с некоторыми имеющимися теоретическими данными (Kobayashi, 2006), но сильно (до 0.4 dex) различается с другими теоретическими прогнозами (Samland, 1998, Woosley and Weaver, 1995). Таким образом, сравнение теоретических и полученных не-ЛТР содержаний алюминия как в звездах диска, так и гало Галактики свидетельствует о необходимости дальнейшего уточнения теории его ядерного синтеза в процессе химической эволюции Галактики или уточнения атомных параметров, в первую очередь величины значения сечения фотоионизации с основного уровня Al I.

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, 420008 Россия

² Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Спектральные наблюдения звезды Ae Хербига VV Ser

Х.М. Микаилов¹, Б.Н. Рустамов¹, И.А. Алекберов¹,
С.О. Маммедова¹, В.И. Алиева¹

E-mail: *bayram_rustam@yahoo.com*

Представлены результаты спектральных наблюдений классической звезды Ae Хербига VV Ser, выполненные в Шамахинской Астрофизической Обсерватории, по спектрам низкого разрешения. Линия H_{α} представляет собой однопиковую эмиссию с переменной интенсивностью, эквивалентная ширина в среднем 50 \AA . С уменьшением блеска в полосе V, увеличивается эквивалентная ширина и центральная интенсивность линии H_{α} . Линия H_{β} показывает профиль, характерный для быстровращающихся Be звезд с экваториальными дисками. Эмиссионные пики и центральная абсорбция показывают сильную переменность от спектра к спектру. В некоторых случаях профиль линии H_{β} становится однопиковым. Одной из замечательных особенностей в спектре звезды VV Ser в период наших спектральных наблюдений является присутствие трех линий FeII ($\lambda\lambda 4924; 5018; 5169 \text{ \AA}$) с эмиссией в синем крыле. С увеличением эмиссии в линии H_{β} увеличивается эмиссия и в этих линиях.

¹ Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси Национальной Академии Наук Азербайджана, AZ5626, пос.Ю.Мамедалиева, Шамаха

Химическая и динамическая эволюция звезд и галактик (к 80-летию Николая Сергеевича Комарова)

Т.В. Мишенина¹

E-mail: *tmishenina@ukr.net*

Николай Сергеевич Комаров (16.06.1938 – 03.08.2003) родился в г. Сестрорецке Ленинградской области в семье морского военного офицера. В 1960 г. Николай Сергеевич окончил Одесский государственный университет и был принят в Астрономическую обсерваторию, а затем поступил в аспирантуру. Еще в студенческие годы он увлекся спектроскопическими исследованиями. В 1968 году защитил кандидатскую диссертацию. «Кинематические и морфологические характеристики «металлических» звезд», и в 1989 г. докторскую <Структура атмосфер холодных звезд-гигантов>. Н.С. Комаров интересовался широким спектром проблем: абсолютизированные распределения энергии в спектрах звезд поздних спектральных классов; спектральная классификация звезд-гигантов; анализ коэффициента блокировки излучения холодных звезд, фундаментальные характеристики звезд (шкала эффективных температур, абсолютные звездные величины, болометрические поправки, ускорение силы тяжести); структура атмосфер холодных звезд (термохимическое равновесие, методика расчета синтетического спектра с учетом молекулярного поглощения, содержание химических элементов и их изотопов), градиент металличности галактического диска, образование пылинок в верхних слоях атмосфер гигантов и др. Помимо научных исследований, Н.С. Комаров занимался хозяйственной тематикой и руководил 52-мя темами, что позволило развивать обсерваторию в разных направлениях. Результаты исследований представлены в 160 научных статьях и трех монографиях. Среди его учеников 12 кандидатов и несколько докторов наук. Н.С. Комаров был соорганизатором Всесоюзных рабочих групп «Звездные атмосферы» и «Спектрофотометрические стандарты». Рабочая группа «Звездные атмосферы» была создана в 1976 г., инициаторами которой, кроме Комарова Н.С., были Наиль Абдуллович Сахибуллин, Арвед Сапар и Янис Страуме, и объединила астрономов — наблюдателей и теоретиков, до настоящего времени активно и плодотворно сотрудничающих. В начале 2000-х годов им организована и проведена международная конференция «Химическая и динамическая эволюция звезд и галактик», которая расширила круг обсуждаемых и исследуемых научных вопросов.

¹ Астрономическая обсерватория Одесского национального университета

Результаты измерений фундаментальных параметров СР-звезд, выполненных на 6-м телескопе БТА

А.В. Моисеева¹, И.И. Романюк¹, Е.А. Семенко¹

E-mail: amoiseeva@sao.ru

В работе приводятся результаты измерений фундаментальных параметров (эффективная температура, ускорение силы тяжести, светимость, масса, радиус, скорость вращения, лучевая скорость) для 146 химически пекулярных звезд. Из них 124 являются магнитными или потенциально магнитными объектами. Весь наблюдательный материал был получен на 6-м телескопе БТА при помощи Основного звездного спектрографа (<https://www.sao.ru/hq/lizm/mss/en>).

В работе использовались наблюдательные данные периодом с 2009–2011 гг. Всего за это время было получено более 500 пар циркулярно-поляризованных спектров. Регистрируемый диапазон спектров — 550 Å (4450–5000 Å). Среднее разрешение ($R = 15000$) позволяет измерять фундаментальные параметры с достаточно высокой точностью. Для оценки параметров используются различные методы. Для контроля получаемых результатов, сперва параметры были оценены для хорошо известных химически пекулярных звезд: γ Eri, α^2 Cen, 53 Cam.

¹ Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук, Нижний Архыз, Россия 369167

Гиросинхротронное излучение: поляризация, кинетическое уравнение и затухание

Д.И.Нагирнер

E-mail: *dinagirner@gmail.com*

Получены выражения для параметров Стокса поляризованного излучения, испускаемого электронами в магнитном поле при произвольной их функции распределения по энергиям, а также для матрицы коэффициентов поглощения такими электронами в зависимости от частоты и направления. Составлены компьютерные программы для расчета всех этих величин. Выведено кинетическое уравнение, описывающее многократное действие механизма с учетом поляризации, вынужденного излучения и принципа запрета. Найдены потери энергии электроном за счет излучения и закон затухания его излучения. Результаты могут быть применены при интерпретации спектров джетов активных ядер галактик и аккреционных дисков в двойных системах, содержащих черные дыры и нейтронные звезды.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

Сверхновая 2018аоq: фотометрические наблюдения и вычисление параметров

А.А. Никифорова^{1,2}, П.В. Бакланов^{3,4}, С.И. Блинников^{3,4,5},
Г.А. Борман⁶, С.В. Назаров⁶, И.С. Троицкий², Е.Г. Ларионова²,
Е.Н. Копацкая², С.С. Савченко², Т.С. Гришина²,
М.О. Макарова², А.А. Васильев²

E-mail: *a.a.nikiforova@spbu.ru*

SN 2018аоq (RA = $12^h 10^m 38^s.190$, Decl. = $+39^\circ 23' 47''.00$) была обнаружена 2018/04/01.431 в галактике с активным ядром NGC 4151, мониторинг которой позволил получить кадры с самых первых дней появления сверхновой. Мы представляем подробные фотометрические наблюдения SN 2018аоq, на основе которых с помощью многогруппового радиационно-гидродинамического кода STELLA (Блинников и др., 1998, 2000 [1, 2]) был вычислен ряд параметров, таких как масса и радиус предсверхновой, интегральная энергия взрыва, количество выброшенного во время взрыва ^{56}Ni и другие.

Литература

1. *S.I. Blinnikov, R. Eastman, O.S. Bartunov et al.*, *Astrophys. J.*, **496**, 454, 1998.
2. *S.I. Blinnikov, P. Lundqvist, O.S. Bartunov et al.*, *Astrophys. J.*, **532**, 1132, 2000.

¹ Главная (Пулковская) Астрономическая Обсерватория РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

³ «Курчатовский институт» — Институт Теоретической и Экспериментальной Физики, Москва

⁴ Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск

⁵ Kavli IPMU, Kashiwa, Japan

⁶ Крымская Астрофизическая Обсерватория, п. Научный

Исследование эволюции аккреционного диска Ве-звезды в массивной рентгеновской двойной системе IGR J21343+4738 по наблюдениям на РТТ–150.

Е.А. Николаева^{1,2}, И.Ф. Бикмаев^{1,2}, Э.Н. Иртуганов^{1,2},
С.С. Мельников^{1,2}, Н.А. Сахибуллин^{1,2}

E-mail: *evgeny.nikolaeva@gmail.com*

Оптический компонент в системе IGR J21343+4738 является Ве-звездой [1], спектральный класс был уточнен как B1Ve в работе [2]. Переменность линии H_α носит сложный характер и отражает динамическую эволюцию экваториального диска звезды. Уменьшение эквивалентной ширины центральной абсорбции линии H_α с 2006 по 2012 гг. и с 2014 по 2017 гг. сопровождается падением фотометрического блеска системы, что объясняется ростом радиуса экваториального диска Ве-звезды, затмевающего саму звезду. Радиус экваториального диска был рассчитан в приближении кеплеровского диска ($j = 1/2$) согласно формуле [3]:

$$\frac{r_d}{R_*} = \left(\frac{2v_{V_*} \sin i}{\Delta V} \right)^{1/j},$$

где ΔV — расстояние между красным и синим пиками эмиссионных компонент линии H_α , V_* и R_* — скорость вращения и радиус звезды, $V_* \sin i = 380$ км/с [2], i — угол наклона системы. В 2013 г. размер диска достиг максимального значения и был разрушен. С 2014 по 2017 гг. вновь начался процесс накопления вещества в экваториальном диске звезды и, можно предположить, что в скором времени источник снова вспыхнет в рентгеновском диапазоне.

Литература

1. И.Ф. Бикмаев и др., Письма в АЖ, **34**, 653, 2008.
2. P. Reig, A. Zezas, MNRAS, **442**, 472, 2014.
3. S.-S. Huang, ApJ, **171**, 549, 1972.

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

² Академия наук Республики Татарстан, Казань

Анализ спектрополяриметрических наблюдений: физическая переменность и многокомпонентность спектров, отбор линий

Н.Ф. Панков¹

E-mail: *catspride@mail.ru*

Существует два основных подхода к обработке спектрополяриметрических данных для измерения звёздных магнитных полей — это метод наименьших квадратов обращения свертки (LSD метод), при котором находится один средневзвешенный поляризованный контур по всем спектральным линиям, и метод, основанный на идее использования каждой линии в отдельности (SL метод). Первый подход получил широкое распространение, т.к. позволяет получить высокое отношение сигнал/шум, однако он не учитывает возможность неоднородного распределения физических условий на поверхности звезды. Второй метод нацелен на исправление этого недостатка путём предварительного разделения линий на массивы по условию однородности статистического распределения величин зеемановского расщепления. В этой работе затронуты некоторые аспекты SL метода.

Для получения корректных значений параметров Стокса и величины магнитного поля, на начальном этапе необходимо выявить значимую переменность спектра звезды от экспозиции к экспозиции. Распределение спектральных линий по группам, в зависимости от физических условий их формирования, требует привлечения теоретических моделей звёздных атмосфер и сравнения синтетических и наблюдательных спектров. Важным моментом является выбор для каждой отобранной линии спектрального диапазона и границ по шкале интенсивностей, в пределах которых будет вычисляться магнитное поле.

С целью повышения эффективности процесса обработки больших массивов данных, создано специальное программное обеспечение SpectroGraph. Программа позволяет визуализировать наблюдательные спектры, синтетические спектры по базе атомных линий VALD, импортировать спектры из сторонних программ моделирования, сравнивать различные спектры и экспозиции. Реализован автоматический и интерактивный способ выбора границ линий поглощения, с учётом возможности определения для одной линии нескольких областей, что позволяет измерять магнитное поле на разных глубинах.

¹ ФГБУН «Крымская астрофизическая обсерватория РАН», Научный, Крым, 298409

Активность молодых звезд малых масс

П.П. Петров¹

E-mail: *petrov@craocrimea.ru*

Молодые звезды малых масс ($<2M_{\odot}$) в возрасте нескольких миллионов лет еще сохраняют свои аккреционные диски, образовавшиеся в процессе гравитационного коллапса протозвездного облака. Такие звезды относятся к классическим переменным типа Т Тельца (CTTS). Активность этих звезд обусловлена, в основном, взаимодействием аккреционного диска с магнитным полем звезды. В ходе магнитосферной аккреции вещество диска падает вдоль силовых линий магнитного поля на поверхность звезды, где образуется ударная волна. Жесткое излучение ударной волны нагревает участок фотосферы и ионизует газ в магнитосфере и в ветре, что приводит к образованию характерного эмиссионного спектра и вуалированию фотосферного спектра CTTS. Наблюдаемые профили эмиссионных линий в спектрах CTTS уширены крупномасштабными движениями газа в магнитосфере и в ветре.

Переменность эмиссионного спектра CTTS отражает нестационарные МГД процессы на границе магнитосферы и диска. Темп аккреции CTTS составляет от 10^{-10} до $10^{-7} M_{\odot}$ в год. Дискový ветер выносит над поверхностью аккреционного диска пыль, возникает пылевая оболочка, ответственная за околозвездную экстинкцию и нерегулярные ослабления блеска CTTS. По мере диссипации аккреционного диска прекращается дисковая и магнитосферная аккреция, исчезает эмиссионный спектр, прекращается дискový ветер и исчезает пылевая оболочка. Сохраняются только проявления магнитной активности — холодные пятна на поверхности звезды, хромосферная эмиссия и рентгеновские вспышки. Такие звезды относятся к классу слабо-эмиссионных звезд типа Т Тельца (WTTS). Немногочисленный класс молодых объектов — фуоры — демонстрируют активность, вызванную значительным увеличением темпа дисковой аккреции CTTS.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Республика Крым

Карликовая новая NY Ser на разных стадиях вспышечной активности 2018 г.

Н.В. Пить¹, Е.П. Павленко¹, К.А. Антонюк¹

E-mail: *petersola@mail.ru*

В данной работе мы приводим результаты наблюдений карликовой новой NY Ser, которые проводились в 2018 г. на обсерваториях КрАО, Терскол и в рамках кампании VSNET. Всего были получены данные по 90 ночам, которые включают 6 нормальных вспышек типичной продолжительности 2–3 суток, две сверхвспышки продолжительностью около двух недель и необычное состояние остановки блеска между серией нормальных вспышек и очередной сверхвспышкой. Это состояние длилось 53 суток. На разных стадиях вспышечной активности (спокойное состояние, вспышки) NY Ser показывала колебания блеска с разными периодами. Во всех состояниях вспышечной активности регистрировался орбитальный период 0.098 сут. На протяжении 25 суток после сверхвспышки в минимумах между нормальными вспышками наблюдались «положительные свергорбы». В течение первой половины остановки блеска наблюдался еще один период 0.093 сут. Мы предполагаем, что это может быть период «отрицательных свергорбов».

¹ Крымская Астрофизическая Обсерватория РАН, Научный, Крым

Магнитное поле в ветре ранних сверхгигантов и вспышки быстрых транзиентных рентгеновских источников со сверхгигантами

К.А. Постнов¹

E-mail: *kpostnov@gmail.com*

Рассматривается возможный механизм гигантских вспышек быстрых рентгеновских транзиентных источников со сверхгигантами (SFXT), связанный с неустойчивостью магнитосферы нейтронной звезды, вызванной пересоединением магнитного поля в ветре сверхгиганта с магнитным полем магнитосферы. Модель способна объяснить наблюдаемые свойства мощных рентгеновских вспышек в этих источниках, обусловленных выпадением, в динамической шкале времени, горячей квази-сферической газовой оболочки, сформированной при аккреции из звездного ветра сверхгиганта ветра над магнитосферой нейтронной звезды. Приводятся результаты поиска магнитного поля по спектрополяриметрическим наблюдениям на VLT для двух оптически ярчайших сверхгигантов в SFXT-источниках IGR J08408-4503 и IGR J11215-595.

¹ Государственный Астрономический Институт им. П.К. Штернберга МГУ, Москва

Спектр RZ Psc в глубоком минимуме

И.С. Потравнов¹, В.П. Гринин^{1,2}, Н.А. Серебрякова³

E-mail: *ilya.astro@gmail.com*

Звезда RZ Psc (sp: K0 IV) является одним из самых необычных представителей молодых переменных звезд типа UX Ori. Ее возраст порядка 20 ± 5 млн. лет существенно превосходит типичный возраст большинства звезд подгруппы. Наблюдающиеся у RZ Psc фотометрические минимумы относительно редки и скоротечны: их продолжительность составляет порядка 1^d . Отсутствие периодичности, характерное для алголеподобных минимумов звезд типа UX Ori, делает получение спектра звезды в ослабленном состоянии исключительно сложной задачей.

В постерном докладе представлены результаты, полученные на основе уникального спектра RZ Psc, наблюдавшегося 13.11.2013 г. во время глубокого минимума с амплитудой $\Delta V \approx 1^m.3$. С помощью LSD техники было выявлено уширение фотосферных линий, интерпретируемое нами как результат увеличения вклада излучения, рассеянного на пыли вращающейся во внутренней области околос звездного диска. Обнаружено вуалирование фотосферных линий эмиссионными ядрами, зависящее от глубины линии. RZ Psc продемонстрировала также увеличение эквивалентной ширины эмиссионного компонента линии H α , объяснимое т.н. «коронографическим эффектом».

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-32-00501.

¹ Главная (Пулковская) обсерватория РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

³ Казанский федеральный университет, Казань

BP Piscium: звезда типа UX Ori на высокой галактической широте?

И.С. Потравнов¹, С.А. Артеменко², Т.Э. Кондратьева³

E-mail: *ilya.astro@gmail.com*

Звезда BP Psc (sp:G8–K0) окружена газо-пылевым диском с биполярным джетом и демонстрирует богатый набор эмиссионных линии, формирующихся в околозвездном газе и джете. Присутствие в спектре BP Psc линии поглощения Li I 6708Å также свидетельствует в пользу ее классификации как молодой активной звезды типа T Тельца [1, 2]. В то же время, BP Psc располагается изолированно от молекулярных облаков и активных областей звездообразования на галактической широте $b = -57^\circ$. Согласно определениям Цуккермана и др. [3] ускорение силы тяжести на ее поверхности составляет $\lg g \lesssim 2.8$, а эквивалентная ширина линии лития $EW \sim 50 \text{ m}\text{\AA}$ — меньше, чем у классических звезд типа T Тельца той же температуры. Цуккерман и др. классифицируют BP Psc как звезду-гигант, недавно сошедшую с Главной последовательности, а ее диск считают образовавшимся в результате поглощения маломассивного компаньона.

Нами были заново проанализированы оптические спектры BP Psc высокого разрешения, доступные из архива 10-м телескопа им. Кека. Эмиссионный профиль линии $H\alpha$ имеет двухкомпонентную структуру, типичную для звезд типа UX Ori к которым можно отнести BP Psc по характеру ее фотометрической переменности (см. постер Артеменко и др.). Профили линий дублета NaI D демонстрируют признаки как ветра так и аккреции. В докладе также обсуждаются вопросы вуалирования фотосферного спектра звезды, ее химического состава и кинематики, необходимые для уточнения эволюционного статуса BP Psc.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-32-00501.

Литература

1. R.A. Downes & C.D. Keyes, *Astron.J.*, **96**, 777, 1988.
2. J. Gregorio-Hetem et al., *Astron.J.*, **103**, 549, 1992.
3. B. Zuckerman et al., *Astrophys.J.*, **683**, 1085, 2008.

¹ Главная (Пулковская) обсерватория РАН, Санкт-Петербург

² Крымская астрофизическая обсерватория, пос. Научный, респ. Крым

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Исследование нестационарности атмосферы сверхгиганта κ Cas B0.7 Ia

А.Х. Рзаев¹

E-mail: *abid@sao.ru*

κ Cas — яркий ($V = 4.16$) бело-голубой сверхгигант, входящий в ассоциацию Cas OB14. Несмотря на большую яркость, она спектроскопически изучена очень мало. Спектры были получены на 2-м телескопе обсерватории на пике Терскол (Россия) с 31.08 по 07.10 1999 г. В течение 36 суток были получены 29 кудэ-эшелле-спектров с разрешением $\lambda/\Delta\lambda = 45000$ и отношением сигнал на шум $80 \leq S/N \leq 600$. Для исследования быстрой переменности профилей и лучевой скорости линий со временем в течение трех ночей были получены по 4–5 спектров. Быстрые переменности, $P < 1$ день, лучевых скоростей и профилей линий не обнаружены. Переменность лучевых скоростей фотосферных линий Si III, O II, He I, H₁₀–H δ и ветровых линий He I $\lambda 5875, 6678 \text{ \AA}$ в основном обусловлена нерадиальными пульсациями. В случае фотосферных линий для переменности лучевой скорости были найдены квази-периодические изменения. Для ветровых линий He I $\lambda 5875, 6678 \text{ \AA}$, картины переменности лучевой скорости со временем отличаются друг от друга и от фотосферных линий. Определены гамма-скорости и амплитуды переменности лучевой скорости. Амплитуда переменности и скорость расширения увеличиваются от нижних слоев к верхним слоям атмосферы [1].

Образцы переменности профилей всех исследуемых линий оказались одинаковыми. На профили линий накладываются эмиссии с трех позиций: сине-смещенная, центральная и красно-смещенная эмиссия. Эти эмиссии в более явном виде наблюдаются на ветровых линиях, но следы их заметны на всех фотосферных линиях. При переходе от ветровых линий к фотосферным линиям интенсивность эмиссионных компонентов уменьшается. Также уменьшаются абсолютные значения позиций в лучевых скоростях этих компонентов на крыльях линий от ± 170 в случае линий H β до ± 100 — Si III $\lambda 4552$. Обнаруженные V/R изменчивости линий в спектре κ Cas напоминают переменности, наблюдаемые в спектрах Be звезд. Одногорбный вид эмиссионного профиля линии H α , усиление и уменьшение ее интенсивности также свидетельствует о том, что κ Cas — сверхгигант показывающий Be феномен [2].

Литература

1. A.K. Rzaev, *Astrophysical Bulletin* **72**, 35, 2017a.
2. A.K. Rzaev, *Astrophysical Bulletin* **72**, 491, 2017a.

¹ Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН

Низкоэнергетические неупругие атомные столкновения титана и водорода

Д.С. Родионов¹, Я.В. Воронов¹, А.К. Беляев¹

E-mail: *dsrodionov@herzen.spb.ru*

Проведено исследование процессов, происходящих при низкоэнергетических неупругих столкновениях атомов и катионов титана с атомами и анионами водорода. Представлены сечения и константы скорости для 4830 парциальных процессов возбуждения, девозбуждения, образования ионной пары и взаимной нейтрализации, знания о которых необходимы для моделирования различных физических объектов и явлений: для моделирования атмосфер звезд, включая Солнце, для определения относительных и абсолютных распространенностей химических элементов, эволюции Вселенной, галактической археологии. Процессы, происходящие при низкоэнергетических столкновениях тяжелых частиц, вносят основную неопределенность в моделирование атмосфер звезд в условиях отклонения от локального термодинамического равновесия (nonLTE). В связи с этим получение надежных данных для сечений и констант скоростей физических процессов является важным направлением современной астрофизики. Титан наряду с Ca, Mg, Si является α -элементом и представляет особый интерес при nonLTE моделировании [1].

Для расчета электронной структуры TiH применен асимптотический метод определения характеристических электронных структур [2] и построены молекулярные адиабатические потенциальные энергии для 69 ковалентных состояний $Ti + H$ и для одного ионного $Ti^+ + H^-$.

Неадиабатическая ядерная динамика решается с использованием многоканальной формулы [3, 4] с применением модели Ландау-Зинера для оценки вероятности неадиабатического перехода.

Литература

1. *M. Asplund*, *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*, **43**, 481, 2005.
2. *A.K. Belyaev*, *Physical Review A*, **88**, 052704, 2013.
3. *A.K. Belyaev, S.A. Yakovleva, P.S. Barklem*, *Astronomy & Astrophysics*, **572**, A103, 2014.
4. *S.A. Yakovleva, Ya.V. Voronov, A.K. Belyaev*, *Astronomy & Astrophysics*, **593**, A27, 2016.

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Статистическое исследование гипотез формирования рентгеновского излучения ОВ-звезд

Е.Б. Рыспаева^{1,2}, А.Ф. Холтыгин¹

E-mail: *e.ryspaeva@yandex.ru*

Большинство звезд ранних спектральных классов являются рентгеновскими источниками. Основной гипотезой формирования рентгеновского излучения ОВ-звезд является модель магнитоудерживаемой ударной волны MCWS (Babel & Montmerle, 1997). В этой модели потоки вещества звездного ветра движущиеся вдоль силовых линий магнитного поля к магнитному экватору и образуют там стоячую ударную волну. За фронтом ударной волной формируется горячая разреженная область, излучающая в рентгене. Из такой модели вытекают три возможных следствия: с увеличением напряженности магнитного поля звезды, скорости потери ее массы и терминальной скорости звездного ветра должна возрастать жесткость рентгеновского излучения звезды.

Основываясь на результатах наблюдений О-сверхгиганта HD 37742 Э. Поллок выдвинул свою парадигму образования рентгеновского излучения О-звезд (Pollock, 2007). Согласно его гипотезе, излучение в этом спектральном диапазоне возникает в режиме бесстолкновительных ударных волн, контролируемых магнитным полем; наблюдаемая плазма не находится в равновесии и континуум тормозного излучения электронов слаб; плазма, захваченная магнитным полем, в двойных звездах излучает в рентгене и может нагреваться до более высоких температур чем в одиночных.

Мы проанализировали архивные наблюдения 32 О- и 26 В-звезд, выполненных на спутнике “ХММ-Newton” в 2000–2015 годах, для того, чтобы проверить, выполняются ли указанные выше следствия из модели MCWS и справедлива ли гипотеза Поллока для ОВ-звезд. По имеющимся данным мы обнаружили что следствия из модели MCWS не выполняются. Также наше статистическое исследование показало, что гипотеза Поллока для О и В звезд неверна. Рентгеновское излучение ОВ-звезд формируется вблизи поверхности звезды, в среде, где звездный ветер имеет сгущения преимущественно в форме блинов, перпендикулярных радиус-вектору.

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Активность М8 карлика TRAPPIST-1

И.С. Саванов¹, Е.С. Дмитриенко²

E-mail: *isavanov@inasan.ru*

Представлены результаты анализа наблюдений холодного карлика спектрального класса М8 TRAPPIST-1 с космическим телескопом Кеплер (его продолжением — миссии К2). TRAPPIST-1 обладает планетной системой по крайней мере из семи планет. Наблюдательные данные в совокупности включают 105584 единичных измерений блеска, продолжительность интервала наблюдений составила 79 суток. На рассчитанных спектрах мощности переменности блеска TRAPPIST-1 имеется пик, соответствующий величине $P_0 = 3.296 \pm 0.007$ суток. Весь наблюдательный материал для TRAPPIST-1 был разделен на 21 сет, каждый из которых охватывал один период вращения звезды. Каждая из индивидуальных кривых блеска была использована для восстановления карт температурных неоднородностей звезды. Площадь полной запятненной поверхности S для TRAPPIST-1 в среднем составила 5% от полной видимой поверхности. Выполнена оценка параметра $\Delta\Omega = 0.006$. На основе полученных нами новых результатов, а также из литературных источников рассмотрены свойства этого уникального объекта и проведено их сопоставление со свойствами других холодных карликов. Особое внимание уделено эволюционному статусу объекта — его возрасту. Все оценки возраста TRAPPIST-1, основанные на проявлениях его активности (вращение, запятненность, УФ и рентгеновское излучение и др.) приводят к существенно низким значениям (т.е. указывают на молодость объекта).

¹ Институт астрономии РАН, Москва, Россия

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга Москва, Россия

Фундаментальные параметры звезды HR 6978 (45 Dra, F7Ib)

З.А. Самедов¹

E-mail: *Zahir.01@mail.ru*

Методом моделей атмосфер исследована атмосфера сверхгиганта HR 6978 (45 Dra, F7Ib). Для эффективной температуры и ускорения силы тяжести приняты следующие значения: $T_{\text{eff}} = 6000 \pm 50$ К, $\log g = 1.7 \pm 0.07$ [1]. По линиям FeII исследован параметр (скорость) микротурбулентности ξ_t . Найдено, что $\xi_t = 4.8$ км/с. Определено содержание железа, углерода и азота.

Содержания элементов определены на основе сравнения вычисленных и наблюдаемых эквивалентных ширин спектральных линий. Вычисления эквивалентных ширин спектральных линий проводились с помощью программы *DASA*, разработанной в КрАО. Определенные содержания Fe, C, Na в атмосфере звезды сопоставлены с их содержаниями на Солнце. Содержание железа близко к солнечному, найден дефицит C, избыток Na.

Литература

1. *Lyubimkov L.S., Lambert D.L., Rostopchin S.I, Rachkovskaya T.M., and Poklad D.B.*, Monthly Notices Roy. Astron. Soc., **402**, 1369, 2010

¹ Бакинский государственный университет, AZ1148, Баку, улица Академик З.Халилов, 23

Исследование пространственной структуры запыленного ветра RW Aur A методом спекл-поляриметрии

Б.С. Сафонов¹, С.А. Ламзин¹, А.В. Додин¹

E-mail: *safonov@sai.msu.ru*

RW Aur A — это молодая звезда, главный компонент двойной системы, для которой по наблюдениям в микроволновом диапазоне было установлено наличие протопланетного диска обрезанного до диаметра 60–70 а.е. множественными пролетами вторичного компонента [1]. RW Aur A показывает нерегулярные затмения, в ходе которых она ведет себя подобно переменной типа UX Ori:

- 1) покраснение на входе в затмение,
- 2) поголубение при достижении дна затмения,
- 3) антикорреляция доля поляризации – блеск.

В случае RW Aur A затмения значительно дольше и глубже, чем у типичной переменной UX Ori, также поляризация достигает 30% в полосе I_c , что беспрецедентно для переменных этого типа. Все эти проявления находят объяснение в рамках гипотезы запыленного дискового/медленного ветра: вещество ветра вызывает затмения и добавляет рассеянное и, следовательно, поляризованное излучение.

Мы выполнили наблюдения RW Aur A методом спекл-поляриметрии в полосах видимого диапазона V, R_c с помощью специализированного прибора — спекл-поляриметра 2.5-м телескопа. Метод позволяет изучать распределение поляризованного излучения с дифракционным разрешением, т.е. для 50 мсд для условий данных наблюдений. В результате мы обнаружили что поляризованное излучение генерируется в области, смещенной от звезды в сторону приближающегося к наблюдателю джета ($P.A.=130^\circ$) на 50–100 мсд. На качественном уровне можно сказать, что эта поляризованная туманность в непосредственной близости от звезды может являться запыленным ветром на ранней стадии формирования. Мы также предлагаем количественную интерпретацию в рамках модели распространения излучения в пылевом конусе.

Литература

1. *J.E. Rodriguez et al.*, The Astrophysical Journal, **859**, 16, 2018.

¹ Государственный Астрономический Институт им П.К. Штернберга Московского Государственного Университета им М.В. Ломоносова, Москва

Модификация метода LSD для неполяризованных спектров звезд

Н.А. Серебрякова¹, В.В. Цымбал²

E-mail: *deomlette@gmail.com*

Произведена существенная модификация LSD метода. Иллюстрируется применение разработанного математического обеспечения.

¹ Казанский Федеральный Университет, Казань

² Крымский Федеральный Университет им. Вернадского, Симферополь

Влияние неупругих столкновений с атомами водорода на определение хим. состава и параметров атмосфер FGK звёзд с учётом отклонений от ЛТР

Т.М. Ситнова¹

E-mail: *sitamih@gmail.com*

Точность расчёта синтетического спектра неразрывно связана с точностью и полнотой атомных данных. Например, в 80-х годах значительный прогресс в расчёте непрозрачности был достигнут благодаря проекту Opacity Project, в результате которого были рассчитаны энергии уровней, вероятности переходов и сечения фотоионизации для элементов от гелия до кальция. Моделирование формирования спектральных линий при отказе от предположения о локальном термодинамическом равновесии (ЛТР) подразумевает расчёт населённостей атомных уровней из уравнений статистического равновесия, где важны все процессы, в которых участвует рассматриваемый атом или ион. К таким процессам относятся возбуждение и деактивация при взаимодействии с фотонами, электронами и атомами водорода, а также фотоионизация, ионизация при соударении с электронами, обмен зарядом, образование пары ионов и обратные им процессы. В атмосферах звёзд поздних спектральных классов, особенно при низком содержании металлов, неупругие столкновения с атомами водорода играют важную роль. Из-за отсутствия точных расчётов и лабораторных измерений сечений этих процессов долгое время использовали приближённую формулу Дравина (1968) с масштабирующим коэффициентом, который определяется отдельно для каждого исследуемого атома/иона из анализа содержания по разным линиям у звёзд с надёжными параметрами атмосфер. Такой подход критикуют в литературе из-за его низкой точности и физической необоснованности. Точные и физически реалистичные данные, полученные на основе квантово-механических расчётов, появились в начале 2000-х. К настоящему времени такие данные имеются для He I, Li I, Be I, O I, Na I, Mg I, Al I, Si I, K I, Ca I-II, Mn I, Fe I, Rb I, Ba I-II, а также предложен приближённый, но физически реалистичный метод учёта столкновений (Беляев и Яковлева, 2017) как альтернатива приближению Дравина для тех элементов, где точных расчётов пока нет. На примере нескольких элементов мы показываем, что применение точных данных для неупругих столкновений с атомами водорода может привести как к небольшому, так и к значительному изменению не-ЛТР содержания — более 0.1 dex по абсолютной величине. Мы также отмечаем, что применение точных данных для O I и Fe I порождает новые астрофизические проблемы, а именно, ведёт к ещё более низкому содержанию кислорода в атмосфере Солнца и отсутствию согласия содержания по линиям Fe I и Fe II у звёзд с дефицитом металлов.

¹ Институт астрономии, Российская академия наук, Москва

Метанольные мазеры и магнитные поля в протозвездных дисках

А.М. Соболев, А.П. Бисярина

E-mail: *Andrej.Sobolev@urfu.ru*

Метанольные мазеры являются уникальным инструментом для исследования окрестностей молодых звездных объектов больших и промежуточных масс. Уникальность этого инструмента заключается в малых размерах источников, позволяющих измерять собственные движения и параллаксы, возможность исследования магнитных полей по измерениям поляризации, а также возможность определения физических параметров в областях формирования мазеров. Метанольные мазеры I класса связаны с областями истечений из молодых звездных объектов, поскольку имеют столкновительно–радиативный механизм накачки. Метанольные мазеры II класса имеют радиативно–радиативный механизм накачки и образуются в протозвездных/протопланетных дисках и ближайших к молодым звездным объектам областях истечений. В докладе будут рассмотрены результаты теоретических и наблюдательных исследований метанольных мазеров и связанных с ними магнитных полей в молодых звездных объектах Ser A , $\text{W3(H}_2\text{O)}$, G107.298+5.639 и др.

Исследования проведены при поддержке РФФ (грант № 18-12-00193).

¹ Коуровская Астрономическая Обсерватория, Уральский федеральный университет, Екатеринбург

Открытие и тайминг экзопланет: KPS-1b, TrES-5b и TrES-5c

Е. Соков^{1,2}, И. Сокова², А. Бурданов³, Р. Benni⁴, В. Дьяченко¹,
Д. Растегаев¹, М. Bretton⁵

E-mail: *jenias06@gmail.com*

В 2015 году был запущен проект совместного поиска экзопланет на основе мониторинга избранных площадок на небе в областях близких к Галактической плоскости. Все звёзды с обнаруженными кандидатами проходят проверку на наличие спутников звёздного происхождения. Данная проверка проводится на 6-метровом телескопе БТА (САО РАН) с использованием метода спекл-интерферометрии.

После проведения проверки обнаруженных кандидатов и определения их периода ставится задача подтверждения данных кандидатов на основе анализа лучевых скоростей звезды с дальнейшим определением массы кандидата. На данный момент в рамках данного проекта по поиску экзопланет была открыта первая экзопланета KPS-1b с массой $M = 1.09 \pm 0.05 M_{\text{Юп}}$ и периодом обращения вокруг родительской звезды $P = 1.7$ суток. Данная экзопланета была подтверждена на телескопе ОНР с использованием спектрографа SOPHIE. Данные исследования были опубликованы в работе [1].

Также в докладе будет представлен результат анализа тайминга транзитов экзопланеты TrES-5b. На основе проведённой наблюдательной кампании в рамках проекта EXPANSION (EXoPlanetary trANsit Search with an Internation Observational Network) были накоплены фотометрические наблюдения транзитов экзопланеты TrES-5b. В анализе также были использованы наблюдения из международной базы данных Exoplanet Transit Database (ETD) и высокоточные фотометрические данные из литературы.

В результате анализа 53 измерений моментов середины транзита был обнаружен период тайминга $P = 99$ суток. Дополнительно были проведены спекл-интерферометрические наблюдения на телескопе БТА, а также проведён анализ существующих спектральных измерений лучевых скоростей.

В результате проведённого моделирования системы, было предсказано существование планеты TrES-5c с массой $M = 0.24 M_{\text{Юп}}$, обращающейся на расстоянии равном резонансу 1 : 2 относительно экзопланеты TrES-5b. Результаты работы опубликованы в [2].

Литература

1. Burdanov, A., Benni P., Sokov, E., et al. *Автор*, PASP, **130**, 074401, 2018
2. Sokov, E., Sokova I., Dyachenko, V., et. al. *Автор*, MNRAS, **480**, 291, 2018

¹ Special Astrophysical Observatory (SAO RAS), 369167, NizhnijArkhyz, Russia

² Pulkovo Observatory, 196140, St.Peterburg, Pulkovskojeshosse, 65, Russia

³ Acton Sky Portal private observatory, Acton, MA, USA

⁴ UniversityofLiege, Liege, Belgium

⁵ Baronnies Provençales Observatory, Hautes Alpes, France

Чем звездное динамо может принципиально отличаться от солнечного

Д.Д. Соколов^{1,2}

E-mail: *sokoloff.dd@gmail.com*

Солнце — самая близкая и самая хорошо изученная звезда. Поэтому основные концепции звездного динамо (как и многих других областей физики звезд) сложились на основе наших представлений о физических процессах на Солнце. Однако основные механизмы сферического динамо допускают разнообразные типы решений, из которых, конечно, лишь один тип востребован в физике Солнца. Цель доклада — напомнить о том, какие еще типы решений допускают уравнения сферического динамо. С точки зрения представлений этой теории естественно ожидать, что такие типы решений вполне могут встретиться на звездах, которые не сильно отличаются от Солнца. Было бы странно, если бы эта возможность не реализовалась. Естественно, что разнообразие возможностей увеличивается по мере удаления свойств звезды от свойств Солнца.

¹ МГУ, Москва

² ИЗМИРАН, Москва

Поиск LBV-звёзд в близких галактиках

Ю.Н. Соловьева¹, А.С. Винокуров¹, С.Н. Фабрика^{1,2},
А.Е. Костенков^{1,3}, О.Н. Шолухова¹, А.Ф. Валеев¹

E-mail: *yuliaeos@mail.ru*

Представлены результаты наблюдательной программы «Массивные звезды в близких галактиках», проводимой на телескопе БТА САО РАН. В рамках этой программы в близкой галактике NGC 4736 были обнаружены объекты NGC 4736_1, NGC 4736_2, NGC 4736_3, имеющие эмиссионные спектры. Они показывают типичные линии известных LBV звёзд в своём спектре: широкие и мощные линии водорода, линии HeI, многочисленные линии FeII, а также запрещенные линии [FeII] и [FeIII]. Спектральные линии кандидата NGC 4736_2 имеют профиль P Cyg и показывают некоторые изменения с 2015 по 2018 год, которые согласуются с незначительной вариацией блеска. Из анализа спектральных линий объектов и окружающих их туманностей получены оценки эффективной температуры и межзвёздного покраснения. Используя архивные данные Hubble Space Telescope (HST) и данные из открытых архивов наземных телескопов, мы оценили болометрическую светимость исследуемых объектов и построили кривую блеска кандидата NGC 4736_1, который показал значительную переменность блеска: разница между экстремумами кривой блеска составила $\Delta V \sim 1.1^m$ в фильтре V и $\Delta B \sim 0.82^m$ в фильтре B, что указывает на его принадлежность к типу LBV звёзд.

¹ Специальная Астрофизическая Обсерватория, Нижний Архыз

² Казанский Федеральный Университет, Казань

³ Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

Периодические процессы в катаклизмических переменных: предсказания и наблюдения

А.А. Сосновский¹, Е.П. Павленко¹, Н.В. Пить¹

E-mail: *demartin@ukr.net*

Основанием для предположения о наличии у катаклизмических переменных отрицательных сверхгорбов может послужить факт относительно длинного интервала между нормальными вспышками (поскольку теоретически предсказана корреляция между частотой нормальных вспышек и появлением или исчезновением отрицательных сверхгорбов).

В поиске подтверждения этой теории, мы провели анализ архивных данных [1], выделили три КП с наибольшей вероятностью наличия отрицательных сверхгорбов (NY Her, 1RXS J1616 и SDSS J1530) и провели поиск периодических изменений в минимуме блеска в 2017-2018 г. на двух телескопах КраО.

В результате, отрицательные сверхгорбы были обнаружены только у NY Her [2], у 1RXS J1616 и SDSS J1530 обнаружены только периодические колебания, соответствующие орбитальному периоду.

Литература

1. *T. Kato et.al.*, PASJ **69**, 75, 2017.
2. *A.A. Sosnovskij et.al.*, IBVS #**6216**, 2017.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым

Корона, горячий ветер и вспышки у А, О-В звезд?

А.Б. Струминский¹, И.Ю. Григорьева²,

E-mail: *astrum@iki.rssi.ru*

Согласно теории динамо у звезд А, О-В классов нет развитой конвективной зоны, следовательно, и магнитного поля. Если нет магнитного поля, то отсутствуют звездная активность, вспышки, горячая корона (рентгеновское излучение) и звездный ветер. Однако у О-В звезд наблюдаются магнитные поля [1] и рентгеновское излучение [2], а у А-звезд звездные вспышки [3] и звездные пятна [4]. Природа магнитного поля в настоящее время останется неизвестной [5], рентгеновское излучение объясняют ударными волнами в холодном звездном ветре [6], а звездные вспышки приписывают невидимому холодному компаньону [7].

Если независимо от природы магнитного поля предположить, что на звездах А, О-В при достаточно сильном поле возможно образование магнитных структур типа арок и жгутов, то можно обсуждать расширяющиеся горячие короны (звездный ветер) и их рентгеновское излучение, звездные вспышки. В докладе будут представлены оценки возможных параметров горячей короны (рентгеновского излучения), звездного ветра и вспышек у А, О-В звезд классов, основанные на солнечно-звездных аналогиях [8].

Литература

1. *J.L. Linsky and M. Schöller*, Space Sci. Rev., **191**, 27, 2015.
2. *M. Güdel*, A&ARv, **12**, 71, 2004.
3. *L.A. Balona*, Mon. Not. R. Astron. Soc. **423**, 3420, 2012.
4. *L.A. Balona*, Mon. Not. R. Astron. Soc. **467**, 1830, 2017.
5. *S. Hubrig, M. Schöller, L. Fossati, T. Morel, N. Castro, L.M. Oskinova, N. Przybilla, S.S. Eikenberry, M.-F. Nieva, N. Langer, & the BOB collabor.*, A&A, **578**, L3, 2015.
6. *J. Babel and T. Montmerle*, A&A, **323**, 121, 1997.
7. *M.G. Pedersen, V. Antoci, H. Korhonen, T.R. White, J. Jessen-Hansen, J. Lehtinen, S. Nikbakhsh, J. Viuhko*, Mon. Not. R. Astron. Soc. **466**, 3060, 2017.
8. *А.М. Садовский, А.Б. Струминский, А.В. Белов*, Письма в АЖ, **44**, 347, 2018.

¹ ИКИ РАН, Москва

² ГАО РАН, Санкт-Петербург

Эволюция нейтронных звезд Галактики на стадии пропеллера

Я. Счисляева¹, А. Холтыгин¹, А. Igoshev²

E-mail: doronina.yana@gmail.com>

Настоящая работа посвящена анализу эволюции молодых нейтронных звезд (НЗ) нашей Галактики до стадии death line. Посредством популяционного синтеза исследовано распределение ансамбля молодых НЗ Галактики по периодам, производным периода и их магнитным полям. Распределение начальных периодов и магнитных полей ансамбля НЗ предполагается бимодальным. Относительно медленно вращающиеся НЗ с начальными периодами $P_0 \sim 1$ с становятся магнетарами, тогда как НЗ с $P_0 \sim 300$ мс превращаются в нормальные пульсары. Модельные распределения молодых НЗ по периодам вращения, производным периодов и магнитным полям сравниваются с данными, полученными из каталога ATNF. Положение модельного ансамбля НЗ на диаграмме период вращения — производная периода оказалось близким к положению реального ансамбля НЗ.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

² Technion — Israel Institute of Technology, Israel

Моделирование эмиссионных спектров МОЛОДЫХ ЗВЕЗД

Л.В. Тамбовцева¹

E-mail: *lvtamb@mail.ru*

Молодые звезды малой и промежуточной масс (звезды типа Т Тельца и звезды AeVe Хербига соответственно) окружены газопылевым диском, который является источником аккреции вещества на молодую звезду и источником истечения вещества в виде звездного и дискового ветров. Эти области являются источниками формирования эмиссионных линий данных звезд, как и самые близкие к звезде области газового диска и его более протяженные поверхностные слои. В зависимости от магнитного поля самой звезды и поля диска механизмы аккреции и истечения у молодых звезд могут сильно различаться. Различие в геометрическом и физическом строении областей, излучающих в линиях, дает большое различие в наблюдаемых профилях эмиссионных линий.

Моделируя профили эмиссионных линий, можно восстановить запутанную картину околос звездного окружения молодой звезды, не разрешенную даже современными телескопами, определить вклад каждой излучающей области в излучение данной линии, сделать количественные оценки важных физических величин, таких как, например, темп аккреции или темп потери массы с ветром, угол наклона системы звезда плюс диск к лучу зрения и других.

В докладе рассматриваются физические свойства излучающих областей, известных на данный момент. Обсуждается, как выбирать параметры моделей, опираясь на результаты наблюдений, приводятся метод и результаты не-ЛТР моделирования водородных эмиссионных линий обоих типов звезд. Накопленные статистические данные позволили найти связь между параметрами молодых звезд и параметрами их эмиссионных областей. Детальное описание моделей и алгоритма вычислений можно найти в работах [1, 2].

Литература

1. *L.V. Tamboutseva, V.P. Grinin & G. Weigelt, A&A, 562, A104, 2014.*
2. *L.V. Tamboutseva, V.P. Grinin & G. Weigelt, A&A, 590, A97, 2016.*

¹ Главная (Пулковская) обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Массы и металличность оболочек новых с углеродно-кислородным (CO) и кислородно-неоново-магниевым белым карликом (ONeMg)

Т. Н. Тарасова¹

E-mail: *taya_tarasova@mail.ru*

Исследованы наблюдаемые массы (62 звезды) и металличности (38 звезд) сброшенных оболочек у новых с CO и ONeMg белыми карликами. Проведено сравнение наблюдаемых масс и металличностей с теоретической зависимостью массы и металличности оболочки от параметра t_3 , характеризующего скорость падения блеска. Наблюдаемые массы и металличности оболочек новых не показали выраженной зависимости от параметра t_3 , подобно той, которая получена из теоретических вычислений. Массы оболочек для определенных масс белого карлика, в своем подавляющем большинстве, на порядок величины и более превышают теоретические, и находятся в пределах от $7 \cdot 10^{-6} M_{\odot}$ до $6 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$. Металличности новых с CO и ONeMg белыми карликами заметно не различаются и заключены в одних и тех же границах от 0.04 до 0.5. При сопоставлении наблюдаемых масс и металличностей с теоретической зависимостью массы и металличности оболочки от параметра t_3 обнаружено несоответствие между наблюдаемыми массами белого карлика и теми, которые получаются из указанной теоретической зависимости. Массы белых карликов у наблюдаемых новых оказываются завышенными, у новых с ONeMg белыми карликами они могут иметь предельные значения, равные $1.4 M_{\odot}$, а у новых с CO белыми карликами даже превышают предельные для такого типа новых ($1.1 M_{\odot}$) и находятся в интервале $1 M_{\odot} \leq M_{WD} < 1.4 M_{\odot}$.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный

Новый цикл активности симбиотической звезды V1413 Aql

А.А. Татарникова¹, А.М. Татарников¹, В.И. Шенаврин¹,
Т.Н. Тарасова², Г.В. Комиссарова¹

E-mail: *aat@sai.msu.ru*

Симбиотические звезды демонстрируют разнообразную вспышечную активность. V1413 Aql, благодаря необычной активности ее горячего компонента, резко выделяется даже среди это разнообразия. За последние 35 лет достаточно плотных наблюдений система находилась в спокойном состоянии всего 2 раза, в сумме около года. Первое спокойное состояние наблюдалось в 1993 г., второе — в 2017.

Новый цикл активности начался в декабре 2017 г. Он сопровождался характерным для V1413 Aql изменением показателя цвета $B - V$ с 0.6 mag (спокойное состояние) до 1.0 mag (активное состояние, февраль 2018). Однако, в отличие от прошлых вспышек, из спектра не исчезли ни линия HeII, 4686 Å, ни бленда CIII+NIII, 4640 Å. Кроме того, в спектре при фазе далекой от затмения горячего компонента наблюдался слабый Бальмеровский скачок в эмиссии. Таким образом, невзирая на то, что в голубом и оптическом диапазонах распределение энергии в спектре вспыхнувшей звезды хорошо соответствует стандартному гиганту спектрального класса F5, наличие линий ионов с высокими потенциалами ионизации свидетельствует о том, что имеется источник излучения с гораздо более высокой температурой.

Центр первого в новом цикле активности затменного минимума, согласно ранее определенным эфемеридам, должен был прийти на начало сентября 2018 г. Система продемонстрировала начало резкого падения блеска 03.07.2018 при фазе $\varphi \approx 0.84$. Тогда как все предыдущие затменные минимумы активного состояния были узкими и глубокими ($\Delta V \approx 2$ mag) и с запасом умещались в диапазон орбитальных фаз между $-0.1 \leq \varphi \leq 0.1$. Причину такого поведения системы должны прояснить дальнейшие наблюдения.

¹ Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга, Москва, Россия

² Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Крым, Россия

Детальный фотометрический анализ областей ионизованного водорода

А.П. Топчиева¹, В.В. Акимкин¹

E-mail: *atopchieva@inasan.ru*

С помощью телескопов Spitzer и Herschel было обнаружено множество инфракрасных кольцевых туманностей, показывающих разнообразную морфологию пыли вокруг молодой массивной звезды, O-B типа. Идея о различной корреляции между содержанием пыли внутри области НII и эффективной температуре центральной звезды в случаях радиативного дрейфа и фоторазрушения пыли была высказана в работе Акимкин и др. 2017 [1]. В данной работе представлен анализ наблюдательных данных на 8 мкм и 24 мкм, полученных на камерах телескопа Spitzer IRAC и MIPS и архива данных космического телескопа Herschel — HiGAL с изображениями на длинах волн 70 мкм, 160 мкм, 250 мкм, 350 мкм и 500 мкм с целью дальнейшего сравнения с результатами численного моделирования. Создан специализированный каталог, включающий в себя 32 сферически симметричные области НII – подходящим прототипом для 1D гидродинамического моделирования. Мотивацией к созданию подобного каталога стало отсутствие необходимых нам данных в существующих каталогах (Черчвелл и др. [3], Андерсона и др. [4] и Буфано и др. [5]).

Работа была поддержана грантом РФФИ 18-32-00384.

Литература

1. *V.V. Akimkin, et al.*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **469**, 630, 2017.
2. *A.P. Topchieva, et al.*, Astronomy Reports, **61**, 1015, 2017.
3. *E. Churchwell, et al.*, The Astrophysical Journal, **670**, 428, 2007.
4. *L.D. Anderson, et al.*, VizieR Online Data Catalog, **221**, 2014.
5. *F. Bufano et al.*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, **123**, 456, 2018.

¹ Институт астрономии, Российская академия наук, Москва

Наблюдательные исследования магнитных полей аккрецирующих нейтронных звезд

С.С. Цыганков^{1,2}, А.А. Муштуков^{3,4,2}, В. Дорошенко⁵,
В.Ф. Сулейманов^{5,2}, А.А. Лутовинов², Ю. Поутанен^{1,2}

E-mail: *serty@utu.fi*

Представлен обзор наблюдательных проявлений сверхсильных магнитных полей у рентгеновских пульсаров (аккрецирующих нейтронных звезд). Одним из наиболее прямых методов оценок напряженности магнитного поля НЗ является регистрация циклотронных линий поглощения в их энергетических спектрах. В докладе обсуждаются свойства таких спектральных особенностей в рамках современных теоретических моделей. Отдельно рассматривается вопрос взаимодействия аккрецирующей плазмы с магнитосферой НЗ при малых темпах аккреции, когда давление магнитного поля и аккрецирующего вещества начинают сравниваться. Одним из наиболее ярких примеров такого взаимодействия является «эффект пропеллера», связанный с прекращением аккреции из-за центробежного барьера, создаваемого быстровращающейся магнитосферой НЗ. Наблюдения данного эффекта дают возможность независимой оценки напряженности магнитного поля [1, 2, 3]. Также продемонстрирована возможность использования разных оценок величины магнитного поля НЗ для определения его структуры [4].

Литература

1. *S. Tsygankov et al.*, MNRAS, **457**, 1101, 2016.
2. *S. Tsygankov et al.*, A&A, **539**, 16, 2016.
3. *S. Tsygankov et al.*, A&A, **608**, 17, 2017.
4. *S. Tsygankov et al.*, A&A, **605**, 39, 2017.

¹ Tuorla Observatory, Department of Physics and Astronomy, University of Turku, FI-20014, Finland

² Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Profsoyuznaya Str. 84/32, Moscow 117997, Russia

³ Anton Pannekoek Institute, University of Amsterdam, Science Park 904, 1098 XH Amsterdam, The Netherlands

⁴ Pulkovo Observatory of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg 196140, Russia

⁵ Institut für Astronomie und Astrophysik, Universität Tübingen, Sand 1, D-72076 Tübingen, Germany

Магнитные поля массивных звезд и переменность профилей линий в их спектрах

А.Ф. Холтыгин¹, S. Hubrig², А.С. Медведев³, С.Н. Фабрика³,
А.А. Батраков¹

E-mail: *afkholtygin@gmail.com*

Представлены результаты недавних исследований магнитных полей массивных ОВ-звезд. Получена функция распределения средне-квадратичных магнитных полей и магнитных потоков массивных звезд, которая сравнивается с соответствующей функцией распределения для нормальных пульсаров и магнитаров. Делается вывод о том, магнитные ОВ-звезды, доля которых составляет 6–7% от общего числа массивных звезд являются предшественниками магнитаров. Методом популяционного синтеза исследована эволюция магнитных полей массивных звезд. Полученная функция распределения магнитных полей имеет логарифм-нормальное распределение с медианным значением ~ 300 Гс. Сделан вывод о том, что функция распределения магнитных полей определяется процессами слияния протозвезд на стадии эволюции до главной последовательности. Сделан обзор результатов исследования сверхбыстрой переменности профилей линий в спектрах ОВА звезд на минутных и секундных шкалах. Обнаружены регулярные вариации профилей с периодами 3–30 минут, которые связываются с высокими модами нерадиальных пульсаций. В спектре звезды ρ Leo (B1Iab) обнаружены нерегулярные изменения профилей на промежутках времени в ~ 10 с. Обсуждаются возможные причины сверхбыстрых вариаций профилей линий в спектрах ОВА звезд.

¹ Санкт-Петербургский университет, Санкт-Петербург

² Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP), Potsdam, Germany

³ Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук, Нижний Архыз, Россия

Моделирование спектров интегрального излучения шаровых скоплений

М.Е. Шарина¹, В.В. Шиманский²

E-mail: *sme@sao.ru*

Мы демонстрируем результаты моделирования спектров интегрального излучения для двух десятков шаровых скоплений, как в нашей Галактике, так и за ее пределами. Определены содержания химических элементов C, N, O, Mg, Ca, Ti, Cr, Ni, Sr и Ba, а также возраст, металличность и удельное содержание гелия для исследуемых объектов. В работе использованы длиннощелевые спектры среднего разрешения (FWHM $\sim 3 \div 5 \text{ \AA}$), полученные на телескопах БТА и 1.93-м в Верхнем Провансе, а также спектры из работы Скиавон [1]. Полученные результаты неплохо согласуются с имеющимися литературными данными. Использование спектров среднего разрешения интегрального излучения является одним из наиболее эффективных способов изучения химического состава и эволюционного статуса звездных скоплений ([2] и ссылки в этой статье).

Литература

1. *R.P. Schiavon, J.A. Rose, S. Courteau, & L.A. MacArthur*, ApJ Suppl. **160**, 163, 2005.
2. *M.E. Sharina, V.V. Shimansky, & D.A. Khamidullina*, Astrophys. Bull. **73** (3), 267, 2018.

¹ Специальная Астрофизическая Обсерватория Российской академии наук, Нижний Архыз, КЧР, 369167, Россия

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, 18, Казань, 420008, Россия

Полярные сияния в Солнечной системе

В.И. Шематович¹

E-mail: *shematov@inasan.ru*

Фундаментальная задача исследования полярных сияний в атмосферах планет Солнечной системы тесно связана с вопросами образования и эволюции планетных атмосфер. Для анализа состава, структуры и химии исследуемой атмосферы, а также потоков энергии и частиц, воздействующих на атмосферу, широко используются наблюдения полярных сияний. Моделирование процессов высыпания плазмы солнечного ветра в верхние атмосферы планет Солнечной системы проводится в Институте астрономии РАН на протяжении последних 15 лет. Разработаны численные кинетические модели, позволяющие исследовать процессы высыпания протонов и электронов с высокими энергиями в полярные области планетных атмосфер. Эти модели учитывают стохастическую природу рассеяния в столкновениях при высоких кинетических энергиях. Данные модели электронных и протонных полярных сияний использовались для исследования полярных сияний и интерпретации наблюдений авроральных свечений в верхних атмосферах Земли (проект NASA IMAGE) [1], Марса (проекты ESA Mars Express и NASA MAVEN) [2, 3], а также, для интерпретации полученных при помощи космического телескопа им. Хаббла наблюдений полярных сияний на планетах-гигантах Юпитере и Сатурне [4].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-02-00721.

Литература

1. *J.-C. Gerard et al.*, J. Geophysical Research, **105**, 15795, 2000.
2. *В.И. Шематович и др.*, Астрономический вестник, **48**, 343, 2014.
3. *В.И. Шематович и др.*, Астрономический вестник, **51**, 392, 2017.
4. *B. Bonfond et al.*, J. Geophysical Research, **122**, 7985, 2017.

¹ Институт астрономии, Российская академия наук, Москва

Химический состав выборки звезд типа дельта Щита по наблюдениям на РТТ–150 КФУ и БТА САО РАН

Н.Н. Шиманская¹, А.И. Галеев^{1,2}, В.М. Бердникова¹,
Д.О. Кудрявцев³, В.В. Шиманский¹

E-mail: *almazgaleev2@yandex.ru*

Начиная с 2006 года на кафедре астрономии и космической геодезии КФУ проводится исследование выборки звезд типа дельта Щита с целью анализа химического состава и изучения влияния фундаментальных параметров этих звезд на эффекты стратификации в атмосфере. Для реализации данного проекта выполнено четыре сета наблюдений на 6-м телескопе БТА САО РАН и восемь сетов наблюдений на 1.5-м Российско-Турецком телескопе РТТ–150. В результате получены спектры высокого разрешения на спектрографах НЭС–1 БТА и кудэ-эшелле спектрометре РТТ–150 для 44 звезд типа дельта Щита до 10 звездной величины. Выполнено определение и анализ фундаментальных параметров всех изучаемых звезд по фотометрическим данным. Для восьми звезд (для трех звезд впервые) по спектроскопическим данным уточнены фундаментальные параметры атмосфер (T_{eff} , $\log g$, $[Fe/H]$) и проведен расчет содержаний для более 30 элементов в приближении ЛТР. Анализ химического состава демонстрирует как нормальное содержание химических элементов, так и наличие в выборке звезд типа дельта Щита с аномалиями химического состава, наблюдаемыми у Am-звезд.

¹ Казанский федеральный университет, Казань

² Академия наук Татарстана, Казань

³ Специальная Астрофизическая Обсерватория, Нижний Архыз

Взаимодействие компонент и физика предкатаклизмических переменных

В.В. Шиманский¹, Н.А. Сахибуллин¹, Н.В. Борисов²

E-mail: *slava.shimansky@kpfu.ru*

Представлен обзор современного состояния исследований предкатаклизмических переменных (ПП), являющихся одним из классов разделенных тесных двойных систем на поздних стадиях эволюции. Выполнена внутренняя классификация ПП в зависимости от времени их эволюции после окончания стадии общей оболочки. Изучены механизмы взаимодействия компонент в разных типах ПП и условия формирования их оптического и УФ-излучения. Разработаны методы моделирования и анализа спектров и кривых блеска, позволяющие определять их фундаментальные параметры и химический состав. Показано, что главные компоненты (субкарлики на стадиях post-AGB и post-ENB и остывающие белые карлики) по своим характеристикам соответствуют одиночным звездам тех же классов, т.е. их эволюция после сброса общей оболочки происходит без влияния холодного спутника. У вторичных компонент многих систем обнаружены заметные аномалии светимости, магнитной активности и химического состава, обусловленные их прохождением стадии общей оболочки.

¹ Казанский федеральный университет, Казань

² Специальная Астрофизическая Обсерватория, Нижний Архыз

Статистический анализ наблюдений магнитных OВ-звёзд

С. В. Шульман

E-mail: *globoxrules4ever@gmail.com*

Магнитными звёздами называют звёзды ранних спектральных классов, на поверхности которых обнаружены крупномасштабные магнитные поля, напряжённостью от нескольких сотен до десятков тысяч Гс. Происхождение магнитных полей этих звёзд не совсем ясно. Существует ряд гипотез, объясняющих возникновение магнитных полей звёзд. Эти гипотезы предсказывают связь наличия крупномасштабного магнитного поля с положением в Галактике или кратностью звёзд. Тем не менее, не до конца ясно, какие характеристики магнитных звёзд отличают их от немагнитных. В частности, нет явных признаков того, что распределения магнитных и немагнитных звёзд в Галактике различны.

В работе рассматриваются данные наблюдений магнитных звёзд и анализируется репрезентативность выборки звёзд с измеренными магнитными полями, связь наличия крупномасштабного магнитного поля у звёзд спектральных классов O и B с их другими параметрами и возможности для интерпетации имеющихся данных. Полученные статистические закономерности и их уровни значимости используются при обсуждении критериев отбора звёзд наблюдательных программ и возможностей для более глубокого анализа природы магнитных звёзд.

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

О природе аномальных затмений звезд типа UX Ori

С.Г. Шульман¹, В.П. Гринин^{1,2}, А.Н. Ростопчина-Шаховская³

E-mail: *sgshulman@gmail.com*

Звезды типа UX Ori выделяются среди молодых звезд своей специфической формой фотометрической активности, представляющей собой последовательность глубоких спорадических ослаблений блеска продолжительностью от нескольких дней до нескольких месяцев. В минимумах блеска наблюдается рост линейной поляризации звезды до 5–7%, обусловленный усилением вклада рассеянного излучения протопланетного диска. В большинстве случаев связь параметров поляризации с блеском звезды удается довольно точно описать в рамках консервативной модели, в которой звезда экранируется от наблюдателя пылевым облаком — фрагментом протопланетного диска. Это облако ослабляет блеск звезды, но не влияет на рассеянное излучения диска, которое во время затмения предполагается постоянным. В ходе многолетних фотополариметрических наблюдений звезд этого типа, проводившихся в Крыму и на Санглоке (Таджикистан), был зарегистрировано несколько минимумов, которые консервативная модель объяснить не смогла. Представленные в данной работе модельные расчеты показывают, что такие минимумы блеска получаются в тех случаях, когда пылевое облако, экранирующее звезду от наблюдателя, само становится источником поляризованного рассеянного излучения.

¹ Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербург

² Главная (Пулковская) Астрономическая Обсерватория РАН, Санкт-Петербург

³ Крымская Астрофизическая Обсерватория РАН, Научный, Крым

Упрощенная модель для оценок данных о неупругих процессах при столкновениях с водородом

С.А. Яковлева¹, А.К. Беляев¹

E-mail: *sayakovleva@herzen.spb.ru*

Предложен упрощенный модельный подход, позволяющий оценить константы скоростей неупругих процессов, происходящих при столкновениях атомов и положительных ионов различных химических элементов с атомами и отрицательными ионами водорода. Случай столкновений нейтральных атомов с водородом рассмотрен в работе [1], а случай положительно заряженных ионов — в работе [2]. Для оценок электронных структур используется асимптотический метод, а вероятности неадиабатических переходов рассчитываются с помощью модели Ландау-Зинера. Константа скорости неупругого процесса выражается через приведенную константу скорости и статистический вес начального состояния процесса. Приведенная константа скорости процесса нейтрализации зависит только от одной энергии — энергии связи электрона в конечном состоянии атома, приведенная константа скорости процесса девозбуждения зависит от двух энергий связи, в начальном и в конечном состояниях. Упрощенная модель применена к столкновениям K, Ba⁺, Fe, Co + H.

Литература

1. A.K. Belyaev, S.A. Yakovleva, *Astronomy & Astrophysics*, **606**, A147, 2017.
2. A.K. Belyaev, S.A. Yakovleva, *Astronomy & Astrophysics*, **608**, A33, 2017.

¹ Российский Государственный Педагогический Университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

Magnetic fields in Herbig stars

S. Hubrig¹

E-mail: *shubrig@aip.de*

Studies of the presence of magnetic fields in Herbig Ae/Be stars are extremely important because they enable us to improve our insight into how the magnetic fields of these stars are generated and how they interact with their environment, including their impact on the planet formation processes and the planet-disk interaction. Only about 20 Herbig Ae/Be stars have been reported to possess magnetic fields, and the density distribution of the rms longitudinal magnetic field values reveals that only a few stars have fields stronger than 200 G, and half of the sample possess magnetic fields of about 100 G or less. These results call into question our current understanding of the magnetospheric accretion process in intermediate-mass pre-main-sequence stars, as they indicate that the magnetic fields of Herbig Ae/Be stars are by far weaker than those measured in their lower-mass classical T Tauri star counterparts, usually possessing kG magnetic fields.

¹ Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP), Potsdam, Germany

Spectroscopic peculiarity of the Herbig Ae/Be star HD 37806

S.E. Pavlovskiy¹, M.A. Pogodin¹, N.G. Beskrovnaya¹, O.V.Kozlova²,
I.Yu. Alekseev², G.G. Valyavin³, S.Yu. Gorda⁴, A.S.Miroshnichenko⁵

E-mail: *sergpavlovsky@gmail.com*

We present results of the spectroscopic study of the Herbig Ae/Br star HD 37806 carried out using high-resolution spectrographs at the Crimean astrophysical observatory, the OAN SPM in Mexico and the observatory of Ural Federal University. More than 100 spectra of the object obtained during 2012-2018 near H_α , H_β , HeI 5876 and DNaI lines were analyzed. The following results have been obtained: 1. The H_α line can transform its profile type from P Cyg III to a double emission and back again on the time scale of months; 2. Narrow absorption components of the H_α and DNaI lines are observed, which change their velocities with a characteristic time of one day; 3. On some dates signatures of accretion onto the star in profiles of H_β , HeI 5876 and DNaI lines appeared with the lifetime of order of several days. A possible interpretation of the observed phenomena is proposed. The H_α profile type transformation can be connected with variations of the external latitudinal boundary of the wind zone. The narrow absorption lines can result from rotation of local azimuthal inhomogeneities inside the wind zone, forming as a consequence of interaction of the disk with the stellar magnetosphere in the propeller regime. The assumption was made that the episodes of accretion cannot be connected with line modulation by the stellar rotation, but result from sudden short-term changes in the accretion rate. Additionally, short-term variations of the H_α and HeI 5876 lines during some nights showed that the wind outflows contained a stream-like structure and the signs of magnetospheric accretion are seen in the HeI 5876 profiles.

¹ Central (Pulkovo) Astronomical Observatory of the Russian Academy of Sciences, St.Petersburg, Russia

² Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea, Russia

³ Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences, Nizhnii Arkhyz, Russia

⁴ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

⁵ University of North Carolina at Greensboro, Greensboro, USA

Unusual spectroscopic behaviour of the Herbig Be star HD259431

M.A. Pogodin¹, S.E. Pavlovskiy¹, N.A. Drake^{2,3}, N.G. Beskrovnaya¹,
O.V.Kozlova⁴, I.Yu. Alekseev⁴, M. Borges Fernandes³, C.B. Pereira³,
G.G. Valyavin⁵, S.Yu. Gorda⁶, A.S.Miroshnichenko⁷

E-mail: *mikhailpogodin@mail.ru*

We analyze spectra of the Herbig Be star HD 259431 obtained in 2010-2018 at four observatories (Crimean AO, ESO in Chile, OAN SPN in Mexico and AO of Ural FU). The object demonstrates a very rich emission spectrum. Atmospheric lines are unusually shallow, and the majority of them are distorted by the circumstellar (CS) contribution. We have revealed that they are overlapped with an additional continuum emission. Using the observed ratio of the equivalent widths of two HeI 4009 and 4026 lines, we estimated the spectral class of the object as B5 V. We also constructed the spectral energy distribution using wide wings of the atmospheric $H_\beta - H_\epsilon$ lines free of the CS contribution. Balmer emission lines show very variable profiles looking as either of P Cyg-type or a double-peaked emission line with a depression of the red wing. We found the period of this variability $P = 2.840$ d and interpreted it as a sign of a rotating magnetosphere of the star with the magnetic axis inclined to the rotation axis. At different phases of rotation, the observer can see either an accretion flow at high latitudes or a wind zone at lower latitudes. We also estimated the inclination of the rotation axis $i = 43^\circ \pm 3^\circ$.

¹ Central (Pulkovo) Astronomical Observatory of the Russian Academy of Sciences, St.Petersburg, Russia

² St.Petersburg State University, St.Petersburg, Russia

³ Observatório Nacional/MCTIC, Rio de Janeiro, Brazil

⁴ Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea, Russia

⁵ Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences, Nizhnii Arkhyz, Russia

⁶ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

⁷ University of North Carolina at Greensboro, Greensboro, USA

Radiative transfer in stochastic magnetized atmosphere

N.A. Silant'ev¹, G.A. Alekseeva¹, V.V. Novikov¹

E-mail: *nsilant@bk.ru*

Many stars, active galactic nuclei, accretion discs etc. are affected by the stochastic variations of temperature, turbulent gas motions, number densities of atoms and dust grains. These stochastic variations influence on the extinction factors, Doppler widths, the Faraday rotations of polarized radiation etc. The presence of many reasons for fluctuations gives rise to Gaussian distribution of fluctuations. The usual models leave out of account the fluctuations. The consideration of fluctuations improves the coincidence of theoretical values with the observed data.

¹ Main Astronomical Observatory of Russian Academy of Sciences, Pulkovo, St. Petersburg, 196140, Russia

Stellar chemical composition studies in the context of exoplanet space missions

G. Tautvaisiene¹

E-mail: *grazina.tautvaisiene@tfai.vu.lt*

Knowledge of accurate physical parameters of stars which host exoplanets is crucial in characterizing sizes and nature of planets, and one can only know the planet to the level that the host star is known. The current and future planetary space missions like NASA TESS and ESA PLATO will be oriented to the bright neighbouring stars. However, only about 30% of such stars have detailed chemical compositions already determined. In this contribution, some recent studies of planet-hosting stars will be overviewed and challenging aims outlined. A high-resolution spectroscopic survey of about 1000 bright (up to $V = 8$ mag) Galactic field F, G, and K stars located around the northern celestial pole is also underway at the Moletai Astronomical Observatory of the Vilnius University. The main atmospheric parameters and chemical composition of stars, including the key elements in searching of life like Li, C, O, Mg, Si will be determined. This and other ongoing projects will be overviewed.

¹ Astronomical Observatory, Institute of Theoretical Physics and Astronomy, Vilnius University, Sauletekio av. 3, 10257 Vilnius, Lithuania

Polarimetric Variability of High Mass X-ray Binaries

R.V. Yudin¹, S. Potter²

E-mail: *bars.astro@mail.ioffe.ru*

Представлены результаты многоцветной поляриметрии шести двойных систем, содержащих звезды раннего спектрального класса большой массы и второй компонент, представляющий собой компактный объект (нейтронную звезду или черную дыру). Для всех объектов обнаружена переменность степени поляризации на уровне больше 3 сигма в течение одного орбитального периода. Амплитуда переменности степени поляризации для разных объектов составляет от 0.2% до 2%. У 4 из 6 объектов зафиксировано статистически значимое изменение позиционного угла плоскости поляризации от длины волны с величинами $5^\circ - 15^\circ$. Для HD 149404 подтверждено наличие периодических вариаций степени поляризации (обнаруженных впервые [1] по наблюдениям только в фильтре В) во всех UBVRi фильтрах с периодом, в 2 раза меньше, чем орбитальный период этой двойной системы. Сделан вывод, что у всех объектов наблюдательной программы присутствует переменный компонент поляризации излучения, возможно связанный с орбитальным движением компактного объекта в этих двойных системах.

Литература

1. *H.G. Luna*, *A&ASS*, **74**, 427, 1988.

¹ ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия

² SAAO, South Africa

Сборник подготовлен Издательством ВВМ.
198095, Санкт-Петербург, ул. Швецова, 41.