



Ground-Based Astronomy in Russia. 21st Century.

Proceedings of the all-Russian conference

Special Astrophysical Observatory
Nizhny Arkhyz 2020

Edited by

I.I. Romanyuk,
I.A. Yakunin,
A.F. Valeev
and
D.O. Kudryavtsev

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

Балега Юрий Юрьевич

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ В РОССИИ В БЛИЖАЙШЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Бисикало Дмитрий Валерьевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИКИ ОБОЛОЧЕК ЭКЗОПЛАНЕТ. ВОЗМОЖНЫЙ ВКЛАД НАЗЕМНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ.

Витковский Владимир Валентинович (1), Горохов В.Л. (2), Комаринский С.Л. (1), Величко А.М. (1), Марухно А.С. (1)

ПРОБЛЕМА BIG DATA В АСТРОНОМИИ

Гринин Владимир Павлович

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОТОПЛАНЕТНЫХ ДИСКАХ И ИХ СВЯЗЬ С ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ МОЛОДЫХ ЗВЕЗД

Киселев Николай Николаевич

ПОЛЯРИМЕТРИЯ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ковалев Юрий Юрьевич (1, 2) и др.

АКТИВНЫЕ ГАЛАКТИКИ С КОМПАКТНЫМИ СТРУЯМИ НА РАТАН-600

Левшаков Сергей Анатольевич

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ НА МАЛЫХ И БОЛЬШИХ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЯХ

Харинов Михаил Александрович, Ипатов А. В.

О ВКЛАДЕ Ю. Н. ГНЕДИНА В РАЗВИТИЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИПА РАН

Шустов Борис Михайлович, Сачков М.Е., Шугаров М.Е., Саванов И.С.

О ПОДДЕРЖКЕ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ НАЗЕМНЫМИ ТЕЛЕСКОПАМИ: ПРОЕКТ "СПЕКТР-УФ"

БТА И ДРУГИЕ БОЛЬШИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ

Антипова Александра Викторовна, Макаров Д.И.

КРИВЫЕ ВРАЩЕНИЯ УЛЬТРАПЛОСКИХ ГАЛАКТИК,
ПОЛУЧЕННЫЕ НА БТА

Ардиланов Валерий Иванович, Мурзин В.А., Афанасьева И.В.,
Ивашенко Н.Г., Притыченко М.А.

РАЗРАБОТКА ШИРОКОФОРМАТНЫХ ФОТОПРИЁМНЫХ
УСТРОЙСТВ ДЛЯ 6-М ТЕЛЕСКОПА НА БАЗЕ
ФОТОДЕТЕКТОРОВ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Барсукова Елена Александровна (1), Горанский В.П. (2), Метлова
Н.В.(2), Буренков А.В. (1)

СИ САМ И ПРИРОДА В[Е]-ФЕНОМЕНА

Бескакотов Анатолий Сергеевич, Максимов А.Ф., Балега Ю.Ю.,
Дьяченко В.В.

ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ НА БТА,
ИНСТРУМЕНТ И ЗАДАЧИ.

Бескин Григорий Меерович (1,2), Карпов С.В. (1,2,3), Плохотниченко
В.Л. (1), Степанов А.В. (4), Цап Ю.Т. (4), Шибанов Ю.А. (5), Зюзин
Д.Ю. (5), Танашкин А. (5)

ИССЛЕДОВАНИЯ ВСПЫХИВАЮЩИХ И НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД
С ВЫСОКИМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Борисов Святослав Борисович (1,2), Чилингарян И.В. (1,3), Рубцов Е.В.
(1,2), Катков И.Ю. (1,4), Гришин К.А. (1,2)

БИБЛИОТЕКИ ЗВЕЗДНЫХ СПЕКТРОВ В ОПТИЧЕСКОМ И
ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНАХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЗВЕЗДНЫХ НАСЕЛЕНИЙ

Бурлакова Татьяна Евгеньевна (1), Валявин Г.Г.(1, 4), Аитов В.Н.(1),
Галазутдинов Г.А. (2,3), Валеев А.Ф. (1,4)

ПЕРВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ ЗВЕЗД ПО
СПЕКТРАМ, ПОЛУЧЕННЫМ С НОВЫМ ОПТОВОЛОКОННЫМ
СПЕКТРОГРАФОМ БТА В РЕЖИМЕ ВЫСОКОГО
СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Бусарев Владимир Васильевич (1), Буренков А.Н. (2), Прамский А.Г.
(2)

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДОВ НА БТА

Валеев Азамат Фанилович (1), Castro-Tirado A. J. (2,3), Ну Y. -D. (2),
Соколов В.В. (1), Agudo I. (2), Caballero-García M. D. (4) и др.

СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ
ТРАНЗИЕНТОВ В БОКСАХ ОШИБОК ГРАВИТАЦИОННЫХ
СОБЫТИЙ LIGO/VIRGO.

Валявин Геннадий Геннадьевич, Перков А.В., Мусаев Ф.А.,
Галазутдинов Г.Г. и др.

ПЛАНЕТНЫЙ СПЕКТРОГРАФ-ПОЛЯРИМЕТР ВЫСОКОГО
СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ С ОПТОВОЛОКОННЫМ
ВХОДОМ ДЛЯ БТА

Винокуров Александр Сергеевич (1), Атапин К.Е. (2), Соловьева Ю.Н.
(1), Саркисян А.Н. (1)

НАБЛЮДЕНИЯ УЛЬТРАЯРКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ
ИСТОЧНИКОВ НА БТА

Гадельшин Дамир Раелович (1), Валявин Г.Г. (1), Бьён-Чол Ли (2),
Галазутдинов Г.А. (3)

ОГРАНИЧЕНИЕ МАСС НЕСКОЛЬКИХ ТРАНЗИТНЫХ ПЛАНЕТ

Галеев Алмаз Ильсурович (1,2), Бакланова Д.Н. (3), Кудрявцев Д.О. (4),
Люманов Э.Р. (1), Мельников С.С. (1), Шиманский В.В. (1), Эсеноглу
Х. (5)

НАБЛЮДЕНИЯ ВЫБОРКИ ЗВЕЗД ТИПА δ ЩИТА НА БТА САО
РАНИ И РТТ-150 TUBITAK

Горанский Виталий Петрович (1), Барсукова Е.А. (2), Буренков А.Н.
(2), Валеев А.Ф. (2,3), Волков И.М. (1,4), Есипов В.Ф. (1), Зубарева
А.М. (1), Иконникова И.П. (1), Ирсамбетова Т.Р. (1), Павлюк Н.Н. (1),
Шугаров С.Ю. (1,5)

ПРОГРЕСС В ИССЛЕДОВАНИЯХ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ
СИСТЕМЫ SS 433

Граужанина Анастасия Олеговна, Валеев А.Ф., Валявин Г.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕР ГОРЯЧИХ ЮПИТЕРОВ

Гунбина Александра Анатольевна (1,2), Тарасов М.А. (3), Вдовин В.Ф.
(1,2), Алексеев Р.А. (1,4), Бубнов Г.М. (1,2), Юсупов Р.А. (3), Чекушкин
А.М. (3), Нагирная Д.В. (3), Ермаков А.Б. (3), Лемзяков С.А. (5),
Эдельман В.С. (5), Мансфельд М.А. (1,2), Вдовичев С.Н. (2), Якопов
Г.В. (6), Зинченко И.И. (1)

АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И ПРИЕМНИК СубТГц ВОЛН НА
ОПТИЧЕСКОМ ТЕЛЕСКОПЕ БТА

Дёминова Наиля Рафаэлевна (1), Шиманский В. В. (1), Борисов Н. В.
(2), Иртуганов Э. Н. (1), Габлеев М. М. (2)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ С SDB-СУБКАРЛИКАМИ

Дудник Анастасия Андреевна (1), Шиманский В.В. (1), Колбин А.И. (2)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ КАТАКЛИЗМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Дьяченко Владимир Владимирович, Балега Ю.Ю., Бескакотов А.С., Максимов А.Ф., Митрофанова А.А.

СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ БЕТЕЛЬГЕЙЗЕ В ЭПОХУ ПОТЕМНЕНИЯ 2019-2020 ГОДОВ

Дьяченко Владимир Владимирович (1), Richichi A. (2), Оболенцева М.А. (3), Балега Ю.Ю. (1), Бескакотов А.С. (1), Максимов А.Ф. (1), Митрофанова А.А. (1)

НАБЛЮДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ЗВЕЗД АСТЕРОИДАМИ КАК МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ ДИАМЕТРОВ СУБМИЛЛИСЕКУНДНОГО УРОВНЯ

Ефремова Полина Дмитриевна (1), Дьяченко В.В. (2), Бескакотов А.С. (2), Митрофанова А.А. (2), Бескин Г.М. (2), Соколов В.В. (2), Балега Ю.Ю. (2)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОТКОВРЕМЕННОЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА 6-М ТЕЛЕСКОПЕ САО РАН

Комарова Виктория Николаевна (1), Шибанов Ю.А. (2)

НАБЛЮДЕНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ КАНДИДАТОВ В ИЗОЛИРОВАННЫЕ НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ НА БТА САО РАН

Комарова Виктория Николаевна (1), Шибанов Ю.А. (2)

ОКРЕСТНОСТИ ПУЛЬСАРА В СТВ80

Кукушкин Дмитрий Евгеньевич (1,2), Белан А.Р. (1), Бахолдин А.В. (1)

АНАЛИЗ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА БТА

Митрофанова Арина Алексеевна, Дьяченко В.В., Бескакотов А.С., Балега Ю.Ю., Максимов А.Ф., Растегаев Д.А.

ОРБИТЫ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ДВОЙНЫХ. МНОГОЛЕТНИЙ МОНИТОРИНГ НА БТА САО РАН.

Моисеев Артем Сергеевич, Фокин М. Ю., Комаров В. В.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПИТАНИЯ СТОЙКИ H₂ И СПФ БТА.

Моисеева Анастасия Валерьевна (1), Романюк И.И. (1), Якунин И.А. (1,2)

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИЗБРАННЫХ
МАГНИТНЫХ ЗВЕЗД.

Недялков Петко Любенов (1), Тихонов Н. (2), Галазутдинова О. (2),
Вылчева А. (1)

ПОИСК И ФОТОМЕТРИЯ НА 2М И 1М ТЕЛЕСКОПАХ
БОЛГАРИИ И РОССИИ ЯРКИХ ОБЪЕКТОВ В ГАЛАКТИКАХ
МЕСТНОГО КОМПЛЕКСА

Оболенцева Марта Андреевна (1), Дьяченко В.В. (2), Погодин М.А. (3),
Ховричев М.Ю. (3), Балегга Ю.Ю. (2), Бескакотов А.С. (2),
Митрофанова А.А. (2), Максимов А.Ф. (2)

HD 52721 КАК КВАДРУПОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Пиотрович Михаил Юрьевич (1), Афанасьев В.Л. (2), Булига С.Д. (1),
Нацвлишвили Т.М. (1)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ НА БТА-6М.

Плохотниченко Владимир Леонидович (1), Бескин Г.М. (1,2), Карпов
С.В. (1,2,3), Моисеев С.В. (1), Городовой Е.П. (1), Гутаев А.Г. (1),
Де-Бур В.Г. (4), Солин А.В. (5), Солин А.А. (5), Любецкая З.В. (6),
Любецкий А.П. (6), Павлова В.В. (6), Моисеев С.С. (7)

МНОГОМОДОВЫЙ ПАНОРАМНЫЙ
ФОТОСПЕКТРОПОЛЯРИМЕТР ВЫСОКОГО ВРЕМЕННОГО
РАЗРЕШЕНИЯ

Пустильник Семен Аронович (1), Егорова Е.С. (2), Князев А.Ю. (2,3,4),
Перепелицына Ю.А. (1), Теплякова А.Л. (1), Chengalur J.N. (5)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК В ПУСТОТАХ

Романюк Иосиф Иванович, Кудрявцев Д.О., Семенко Е.А., Якунин
И.А., Моисеева А.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД, ВЫПОЛНЕННЫХ НА 6-М
ТЕЛЕСКОПЕ В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Романовская Анна Михайловна (1), Рябчикова Т.А. (1), Шуляк Д.В. (2)

СРАВНЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АР-ЗВЕЗД,
ПОЛУЧЕННЫХ ПО СПЕКТРОСКОПИИ И ПО
ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Саванов Игорь Спартакович

ОБ ОБЪЕКТАХ ТИПА FK SOM СРЕДИ ЗВЕЗД СПЕКТРАЛЬНЫХ
КЛАССОВ А-F

Саркисян Аркадий Норайрович (1), Шолухова О.Н. (1), Фабрика С.Н. (1), Валеев А.Ф. (1), Винокуров А.С.(1), Соловьева Ю.Н. (1)

МОНИТОРИНГ LBV КАНДИДАТОВ В ГАЛАКТИКЕ M31 НА БТА

Сачков Михаил Евгеньевич

НАЗЕМНАЯ АСТРОСЕЙСМОЛОГИЯ В КОСМИЧЕСКУЮ ЭПОХУ

Сильченко Ольга Касьяновна

НАБЛЮДЕНИЯ ЛИНЗОВИДНЫХ ГАЛАКТИК НА 6-МЕТРОВЫМ ТЕЛЕСКОПЕ САО РАН

Смирнова Ксения Ильдаровна (1), Вибе Д. З. (2), Моисеев А. В. (3), Jozsa G. I. G. (4)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ В ПЕКУЛЯРНЫХ ГАЛАКТИКАХ NGC 660, NGC 1512, NGC 4395 И NGC 4618

Соков Евгений Николаевич (1,2), Сокова И. (1,2), Бурланов А. (3,4), Benni P. (5), Валявин Г. (2,6), Дьяченко В. (6), Бескакотов А. (2,6), Митрофанова А. (6), Антонюк К. (7), Pakstiene E. (8)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ EXPANSION. ОБНАРУЖЕНИЕ БУРОГО КАРЛИКА GPX-1B.

Соловьева Юлия Николаевна (1), Винокуров А.С. (1), Атапин К.Е. (2), Фабрика С.Н. (1, 3)

ПОИСК МАССИВНЫХ ЗВЁЗД В ГАЛАКТИКЕ NGC 4449

Холтыгин Александр Федорович (1), Батраков А.А. (1), Валеев А.Ф. (2), Костенков А.Е. (1,2), Фабрика С.Н. (2), Циопа О.А. (3)

СВЕРХБЫСТРАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ В СПЕКТРАХ ЯРКИХ ОВА ЗВЕЗД: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Шиманский Владислав Владимирович (1), Борисов Н.В. (2), Сахибуллин Н.А. (1)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКИ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА БТА САО

Шолухова Ольга Николаевна (1), Саркисян А. (1), Соловьева Ю. (1), Фабрика С. (1, 2)

ПОИСК LBV ЗВЕЗД В ДАЛЕКИХ И БЛИЗКИХ ГАЛАКТИКАХ

Shugarov A.S., Sachkov M.E., Shustov B.M., Sichevsky S.G., Shmagin V.E., Iosipenko S.V., Arkhangel'sky R.N., Buslaeva A.I.

UV IMAGING ASTRONOMY: SYNERGY OF THE WSO-UV FIELD CAMERA UNIT AND GROUND BASED TELESCOPES

РАДИОАСТРОНОМИЯ

Бондаренко Ю.С., Маршалов Д.А., Вавилов Д.Е., Медведев Ю.Д.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ
АСТЕРОИДОВ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ НА
РАДИОТЕЛЕСКОПАХ РСДБ-СЕТИ КВАЗАР-КВО

Брылякова Елена Андреевна (1,2), Тюльбашев С.А. (1)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСОВ RRAT J0139+3310

Бурсов Николай Николаевич (1), Трушкин С.А. (1,2), Кудряшова
А.А.(1), Нижельский Н.А. (1), Цыбулев П.Г.(1), Борисов А.Н.(1)

ИСТОЧНИКИ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РАТАН-600 НА
СКЛОНЕНИИ КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ

Дзапарова Ирина Майрамовна (1, 2), Новосельцева Р.В. (1), Кочкаров
М.М. (1), Куреня А.Н. (1), Новосельцев Ю.Ф. (1), Петков В.Б. (1, 2),
Стриганов П.С. (1), Унатлоков И.М. (1), Янин А.Ф. (1)

РЕГИСТРАЦИЯ ПОТОКА НЕЙТРИНО ОТ ВЗРЫВОВ
СВЕРХНОВЫХ НА БПСТ

Желенкова Ольга Петровна

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДЖЕТА МОЩНЕЙШЕЙ
РАДИОГАЛАКТИКИ RC J0311+0507 НА $Z=4.51$ С ОКРУЖЕНИЕМ

Желенкова Ольга Петровна

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ РАДИОИСТОЧНИКОВ С ПОМОЩЬЮ
СОВРЕМЕННЫХ ОБЗОРОВ НЕБА (НА ПРИМЕРЕ
НЕОТОЖДЕСТВЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗСР КАТАЛОГА)

Желенкова Ольга Петровна (1), Майорова Е.К. (1), Темирова А.В. (2),
Бурсов Н.Н. (1)

МНОГОДИАПАЗОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РАДИОИСТОЧНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ХОЛОД

Иванов Максим Александрович, Петров В.В.

КОНТРОЛЬ ВЗАИМНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ЗЕРКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕСКОПА С ПРИМЕНЕНИЕМ
АБСОЛЮТНОЙ ДАЛЬНОМЕРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ ETALON ABSOLUTE MULTILINE

Иванов Максим Александрович (1), Петров В.В. (1), Янжура А.С. (1),
Защиринский С.А. (2)

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
БРОСКОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Казанцев Андрей Николаевич (1), Потапов В.А. (1), Пширков М.С.
(1,2,3)

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА
ГИГАНТСКИХ ИМПУЛЬСОВ ПУЛЬСАРОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШОЙ СИНФАЗНОЙ АНТЕННЫ ПРАО
АКЦ ФИАН

Кальтман Татьяна Ильинична (1), Ступишин А.Г. (2)

МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ ВЫСОТНЫХ ПРОФИЛЕЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ НАД АКТИВНЫМИ ОБЛАСТЯМИ НА
СОЛНЦЕ ПО МНОГОЧАСТОТНЫМ РАДИОНАБЛЮДЕНИЯМ

Кудряшова Анастасия Алексеевна (1), Бурсов Н.Н. (1), Панов А.Д. (2),
Эркенов А.К. (1), Куандыкова Д.М. (3)

SETI — ИССЛЕДОВАНИЯ НА РАТАН-600

Курочкин Евгений Анатольевич (1), Мельников В.Ф. (2, 3), Петерова
Н.А. (1), Топчило Н.А. (4), Богод В.М. (1), Шендрик А.В. (1)

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВСПЫШЕК В
АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ СОЛНЦА ПО ДАННЫМ
МИКРОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА

Лебедев Михаил Константинович, Рипак А.М., Богод В.М.

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЯ СО
СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ ДЛЯ
РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА РАТАН-600

Марухно Андрей Сергеевич (1), Бубнов Г.М. (2,3), Вдовин В.Ф. (2,3),
Возякова О.В. (4), Землянуха П.М. (2), Зинченко И.И. (2), Мингалиев
М.Г. (1), Шатский Н.И. (4)

АНАЛИЗ АСТРОКЛИМАТА ММ ДИАПАЗОНА НА
КАВКАЗСКОЙ ГОРНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Михайлов Александр Геннадьевич

РАДИОСВОЙСТВА ГАЛАКТИК FR0

Накаряков Валерий Михайлович

КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПУЛЬСАЦИИ В СОЛНЕЧНЫХ И
ЗВЕЗДНЫХ ВСПЫШКАХ

Нижелский Николай Александрович (1), Цыбулев П.Г. (1), Кратов
Д.В. (1), Удовицкий Р.Ю. (1), Борисов А.Н. (1), Дугин М.В. (2)

РАДИОМЕТРЫ КОНТИНУУМА РАТАН-600: СОВРЕМЕННОЕ
СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Петков Валерий Борисович, Дзапарова И.М., Кочкаров М.М., Куреня А.Н., Новосельцев Ю.Ф., Новосельцева Р.В., Унатлоков И.М.

ПОИСК НЕЙТРИННЫХ СИГНАЛОВ ОТ ОБЛАСТЕЙ
ЛОКАЛИЗАЦИИ ГРАВИТАЦИОННО-ВОЛНОВЫХ СОБЫТИЙ.

Соболев Андрей Михайлович

МАЗЕРЫ И СТРУКТУРА АККРЕЦИОННЫХ ДИСКОВ
МАССИВНЫХ МОЛОДЫХ ЗВЕЗДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Сотникова Юлия Владимировна

РАДИОТЕЛЕСКОП РАТАН-600. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ
ПРОГРАММЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

Столяров Владислав Александрович

ТЕКУЩИЙ СТАТУС ПРОЕКТА SKA (SQUARE KILOMETRE
ARRAY)

Стороженко Антон Анатольевич, Богод В.М., Хайкин В.Б., Рипак А.М.,
Лебелев М.К., Овчинникова Н.Е., Шлензин С.В., Перваков А.А.

МНОГОКАНАЛЬНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ В ШИРОКОМ
ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600

Стороженко Антон Анатольевич, Лебелев М.К., Овчинникова Н.Е.,
Хайкин В.Б., Богод В.М., Рипак А.М., Гречкин А.А., Перваков А.А.

РЕЖИМ СЛЕЖЕНИЯ НА ЮЖНОМ СЕКТОРЕ С ПЕРИСКОПОМ
РАДИОТЕЛЕСКОПА РАТАН-600

Суворов Василий Александрович, Петров В.В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ И
ОРИЕНТАЦИИ ВТОРИЧНОГО ЗЕРКАЛА РАДИОТЕЛЕСКОПА

Теплых Дарья Андреевна, Малофеев В.М., Тюльбашев С.А.

ОСОБЕННОСТИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ПУЩИНСКИХ
ПУЛЬСАРОВ

Тимиркеева Мария Андреевна, Малов И.Ф.

НАБЛЮДЕНИЯ ГАММА-ПУЛЬСАРА J1836+5925 НА 111 МГц

Трушкин Сергей Анатольевич (1,2), Бурсов Н.Н. (1), Цыбулев П. Г.
(1), Нижельский Н.А. (1), Шевченко А.В. (1), Борисов А.Н. (1)

СВОЙСТВА ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МАГНЕТАРА ХТЕ
J1810-197 ВО ВРЕМЯ ВСПЫШКИ В ДЕКАБРЕ 2018 ГОДА -
АПРЕЛЕ 2019 ГОДА

Тюльбашев Сергей Анатольевич, Китаева Марина Анатольевна

ПОИСК ПЕРИОДИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ В
НЕСКОЛЬКИХ ГАММА ПУЛЬСАРАХ НА ЧАСТОТЕ 111 МГц

Шевченко Антон Валерьевич, Трушкин С.А., Бурсов Н.Н., Цыбулёв П.Г., Нижельский Н.А., Борисов А.Н.

ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРИСУТОЧНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ
МИКРОКВАЗАРА ЛЕБЕДЯ X-3 В РЕЖИМЕ
МНОГОАЗИМУТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ТЕЛЕСКОПЕ
РАТАН-600

ТЕЛЕСКОПЫ УМЕРЕННЫХ РАЗМЕРОВ

Аитов Виталий Наильевич (1), Валявин Г.Г. (1,2), Валеев А.Ф. (1),
Антонюк К. (2), Киселев Н. (2), Шаховской Д. (2), Митиани Г.Ш. (1),
Емельянов Э.В. (1), Фатхуллин Т.А. (1) Галазутдинов Г.А. (3,4).

ПОИСК ОДИНОЧНЫХ ХОЛОДНЫХ МАГНИТНЫХ БЕЛЫХ
КАРЛИКОВ

Архаров Аркадий Александрович

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ АКТИВНЫХ ЯДЕР ГАЛАКТИК И
ДРУГИХ ОБЪЕКТОВ В БЛИЖНЕМ ИК ДИАПАЗОНЕ НА
ТЕЛЕСКОПЕ АЗТ-24 В ИТАЛИИ

Бакланов Алексей Владимирович, Бакланова Д.Н.

МНОГОЦВЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ V1432 ОРЛА В 2019 Г.

Бескин Григорий Меерович (1,2) Карпов С.В. (1,2,3)

ШИРОКОУГОЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ
АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.

Бусарев Владимир Васильевич (1,2), Барабанов С.И. (2), Мусаев Ф.А.
(3), Щербина М.П. (1), Пузин В.Б. (2)

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДОВ НА 2-М ТЕЛЕСКОПЕ
ТО ИНАСАН

Бусарев Владимир Васильевич, Татарников А.М., Бурлак М.А.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА ЕВРОПЫ И
КАЛЛИСТО НА 2.5-М ТЕЛЕСКОПЕ КГО ГАИШ

Бутенко Галина Зиновьевна (1,2), Тарадий В.К. (1,2), Карпов Н.В. (1,2),
Годунова В.Г. (1), Андреев М.В. (1,3), Извекова И.А. (1), Козлов В.А.
(1), Березин Д.Д. (1)

НАБЛЮДЕНИЯ АСТЕРОИДОВ В ОБСЕРВАТОРИИ НА ПИКЕ
ТЕРСКОЛ В 2015-2019 ГГ.

Габдеев Максим Маратович (1,2,3), Фатхуллин Т.А. (2), Борисов Н.В.
(2), Макаров Д.И. (2), Пляскина Т.А. (2), Шиманский В.В. (3), Колбин
А.И. (2)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОГО ГОДА РАБОТЫ ПРОГРАММЫ
ПОИСКА ПОЛЯРОВ ЗВС НА ТЕЛЕСКОПЕ ЦЕЙСС-1000

Крушинский Вадим Владимирович, Жуклевич Глеб

ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ О ПЕРИОДЕ ВРАЩЕНИЯ АСТЕРОИДА
ИЗ АНАЛИЗА КРИВОЙ БЛЕСКА

Dmitrienko Elena (1), Savanov Igor (2), Naroenkov Sergej (2), Nalivkin
Mikhail (2)

PHOTOMETRY OF THE NOVALIKE SYSTEM RW TRI IN 2019

Елагандула Нага Варун (1), Тлатов А.Г. (2)

СЛУЖБА СОЛНЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПОТ СТОП И
РАТАН-600

Емельянов Эдуард Владимирович, Фатхуллин Т.А., Москвитин А.С.,
Комаров В.В., Валявин Г.Г., Комарова В.Н., Драбек С.В., Шергин В.С.

МНОГОРЕЖИМНЫЙ ФОТОМЕТР-ПОЛЯРИМЕТР ММРР

Желтобрюхов Максим (1), Зубко Е. (2), Чорная Е. (3,1), Кочергин А.
(3,1), Вайдин Г. (2,4), Корниенко Г. (1), Сангсу С. Ким (2)

МИКРОФИЗИКА ПЫЛИ В РАСПАДАЮЩЕЙСЯ КОМЕТЕ C/2019
Y4 (АТЛАС)

Жужулина Елена Анатольевна (1), Киселев Н.Н. (1), Карпов Н.В. (2,3),
Хорунжий П. (2)

АПЕРТУРНАЯ ПОЛЯРИМЕТРИЯ ИЗБРАННЫХ КОМЕТ

Ибрагимов Мансур Акбарович

КРАСНЫЕ ВСПЫШКИ НА ЗВЕЗДАХ: НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ
ПРОЯВЛЕНИЯ И ВОЗМОЖНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Ибрагимов Мансур Акбарович, Шустов Б.М., Бисикало Д.В., Наливкин
М.А., Нароенков С.А., Саванов И.С., Шугаров А.С.

ШИРОКОУГОЛЬНЫЕ 1-М ТЕЛЕСКОПЫ ИНАСАН: ОПЫТ
СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Карпов Николай Владимирович

РАЗВИТИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЦЕЙСС-2000 В
ТЕРСКОЛЬСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Катышева Наталья Андреевна (1), Шугаров С.Ю. (1,2), Ирсамбетова
Т.Р. (1), Борисов Н.В. (3), Габлеев М.М. (3), Хамбалек Л. (2)

НАБЛЮДЕНИЯ ЗВЕЗД ТИПА WZ SGE: СИСТЕМА V355 UMA =
SDSS J133941.11+484727.5

Комаров Владимир Владимирович, Борисов Н.В., Драбек С.В., Шергин В.С., Спиридонова О.И., Москвитин А.С., Комарова В.Н., Емельянов Э.В., Фатхуллин Т.А.

ТЕЛЕСКОП ЦЕЙСС-1000 САО – 30 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ

Кочергин Антон (1,2), Зубко Е. (3), Г. Вайдин (3,4), Чорная Е. (1,2)

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ КОМЕТЫ 21P/ДЖАКОБИНИ-ЦИННЕРА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ПРОТЯЖЕННОСТИ КОМЫ В ПОДСОЛНЕЧНОЙ ТОЧКЕ

Кузнецова Юлиана Геннадьевна (1), Крушевская В.Н. (1), Вильмаченко А.П. (1), Андреев М.В. (1, 2), Бондарь А.В. (2), Сергеев А.В. (2)

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗВЕЗД С ТРАНЗИТНЫМИ ЭКЗОПЛАНЕТАМИ И ПРОТОПЛАНЕТНЫМ ДИСКОМ НА ТЕЛЕСКОПЕ ЦЕЙСС-2000

Наливкин Михаил Алексеевич, Саванов И.С., Нароенков С.А.

СПЕКТРОГРАФ НИЗКОГО РАЗРЕШЕНИЯ UVEX. ПЕРВЫЕ ТЕСТЫ В УФ НА ТЕЛЕСКОПЕ ЦЕЙСС-2000 ОБСЕРВАТОРИИ ПИК ТЕРСКОЛ

Нароенков Сергей Александрович, Наливкин М.А.

НАБЛЮДЕНИЯ НА РОБОТЕ-ТЕЛЕСКОПЕ ТЕРСКОЛЬСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИНАСАН

Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Вибе Ю.З., Гламазда Д.В., Кайзер Г.Т., Перминов А.С., Шагабутдинов А.А.

ПОЗИЦИОННЫЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ АСТЕРОИДОВ ПО ПРОГРАММЕ KASPAR

Погодин Михаил Александрович, Бескровная Н.Г.

ПУЛКОВСКАЯ ПРОГРАММА СПЕКТРОСКОПИИ Ae/Be ЗВЕЗД ХЕРБИГА: 33 ГОДА НАБЛЮДЕНИЙ НА ЗТШ-2.6м В КРЫМСКОЙ АО

Потанин Сергей Александрович (1,2), Белинский А.А. (1), Додин А.В. (1), Желтоухов С.Г. (1), Саввин А.Д. (3), Татарников А.М. (1), Черясов Д.В. (1), Чилингарян И.В. (1), Шатский Н.И. (1)

ДВУХЛУЧЕВОЙ СПЕКТРОГРАФ ДЛЯ 2.5М ТЕЛЕСКОПА КГО ГАИШ МГУ

Ростопчина-Шаховская Алла Николаевна

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КРАО

Румянцев Василий Владимирович (1), Киселев Н. Н. (1), Иванова А. В. (2)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОЙ ПЗС-ПОЛЯРИМЕТРИИ В ПРЯМОМ
ФОКУСЕ 2.6-м ТЕЛЕСКОПА (ЗТШ) КРАО.

Саванов Игорь Спартакович (1), Нароенков С.А. (1), Наливкин М.А.
(1), Дмитриенко Е.С. (2)

АКТИВНОСТЬ ЗВЕЗДЫ FR SNC ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
НАЗЕМНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Саванов Игорь Спартакович (1), Петков В.Б. (1, 2), Бескин Г.М. (3, 5),
Вольвач Л.Н. (4), Дзапарова И.М. (1, 2), Джаппуев Д.Д. (2), Кочкаров
М.М. (2), Куреня А.Н. (2), Михайлова О.И. (2), Нароенков С.А. (1),
Наливкин М.А. (1), Новосельцев Ю.Ф. (2), Новосельцева Р.В. (2),
Романенко В.С. (2), Сергеев А.В. (2), Шляпников А.А. (4), Унатлоков
И.М. (2), Янин А.Ф. (2), Бирюков А.В. (5, 6), Бондарь С.Ф. (7), Иванов
Е.А. (7), Карпов С.В. (3, 5, 8), Каткова Е.В. (7), Орехова Н.В. (7),
Перков А.В. (7), Сасюк В.В. (5)

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
МНОГОВОЛНОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ВСЕЛЕННОЙ В
ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
(ОТ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДО РАДИОДИАПАЗОНА) И В
НЕЙТРИНО

Сафонов Борис Сергеевич, Страхов И.А., Долин А.В., Ламзин С.А.

ПОЛЯРИМЕТРИЯ ДИФРАКЦИОННОГО УГЛОВОГО
РАЗРЕШЕНИЯ

Холтыгин Александр Федорович (1), Пузин В.Б. (2), Соколов И.В. (2)

ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ ПРОФИЛЕЙ
ЛИНИЙ В СПЕКТРАХ ОВ ЗВЕЗД ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА 2-М
ТЕЛЕСКОПЕ ОБСЕРВАТОРИИ НА ПИКЕ ТЕРСКОЛ.

Шмагин Владимир Евгеньевич (1), Борисов Г.В. (2), Шугаров А.С. (1),
Шустов Б.М. (1), Буслаева А.И. (1), Наливкин М.А. (1)

КОНЦЕПЦИЯ ОБЗОРНОГО ТЕЛЕСКОПА АПЕРТУРОЙ 1 М,
ОСНАЩЁННОГО КМОП ДЕТЕКТОРОМ ФОРМАТА 9к x 9к.

Шугаров Андрей Сергеевич

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КМОП И ПЗС ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ
ШИРОКОУГОЛЬНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ

Шустов Борис Михайлович

ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ СЕГМЕНТЕ РОССИЙСКОЙ
СИСТЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ПАРИРОВАНИЯ
АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ ОПАСНОСТИ

Щербина Марина Петровна (1), Савелова А.А. (1), Бусарев В.В. (1,2)

МЕТОД «ШАБЛОНОВ»: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ТИПОВ АСТЕРОИДОВ

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ. ТЕОРИЯ

Антипова Александра Викторовна, Макаров Д.И.

БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИК, ВИДИМЫХ С РЕБРА

Арсентьева Алена Александровна, Кочергин А.В., Медведев Ю.Д.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТУРОВ ФОРМ АСТЕРОИДОВ ПО ИХ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Ачарова Ирина Александровна (1), Шарина М.Е. (2)

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ И ОКОЛОГАЛАКТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ОБЛАКОВ

Ачарова Ирина Александровна (1), Шарина М.Е. (2)

ИССЛЕДОВАНИЕ НУКЛЕОСИНТЕЗА В ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЯХ ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ИХ ЭВОЛЮЦИОННОЙ СВЯЗИ С ОКОЛОГАЛАКТИЧЕСКИМИ ОБЛАКАМИ DLAs, LLSs, pLLSs

Бескровная Нина Георгиевна, Ихсанов Н.Р.

MAD-АККРЕЦИЯ НА БЕЛЫЕ КАРЛИКИ В AR SCO И AE AQR

Бобылев Вадим Вадимович, Байкова А.Т.

КИНЕМАТИКА ПОЯСА ГУЛДА ПО ЗВЕЗДАМ ТИПА Т ТЕЛЬЦА ИЗ КАТАЛОГА GAIA DR2

Васильев Евгений Олегович (1,2,3), Щекинов Ю. А. (2)

ЭВОЛЮЦИЯ ГАЗА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СВЕРХОБОЛОЧЕК

Закинян Артур Робертович, Куникин С.А.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕПЛОВУЮ КОНВЕКЦИЮ В МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

Ихсанов Назар Робертович, Бескровная Н.Г.

ПОЧЕМУ БЕЛЫЕ КАРЛИКИ В НОВЫХ ВРАЩАЮТСЯ МЕДЛЕННО?

Калиничева Евгения Сергеевна (1), Саванов И.С. (1), Дмитриенко Е.С. (2)

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ВРАЩЕНИЕ ЗВЕЗД СПЕКТРАЛЬНОГО КЛАССА A

Калиничева Евгения Сергеевна, Шематович В.И., Павлюченков Я.Н.

ОБ ИСПАРЕНИИ АТМОСФЕРЫ ГОРЯЧЕГО НЕПТУНА GJ 436 b

Костенков Александр Евгеньевич (1,2), Винокуров А. (1), Соловьева Ю. (1)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВ ULX С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ ПРОТЯЖЕННЫХ АТМОСФЕР

Локтин Александр Васильевич, Дедов Евгений Олегович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТОВ И ИЗБЫТКОВ ЦВЕТА РАССЕЯННЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ ПО ДАННЫМ GAIA DR2

Митиани Гурам Шотаевич

ХРОМАТИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ФПЗС С ПОЛНЫМ ОБЕДНЕНИЕМ

Ноздрачев Тимур (1,2), Кочергин А. (1,2), Зубко Е. (3), Г. Вайдин (3,4)

ОРБИТЫ И МИКРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧАСТИЦ ПЫЛИ КОМЕТЫ 29P/ШВАССМАНА–ВАХМАНА

Орехова Мария Кирилловна, Бахолдин А.В.

СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ МОДУЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ

Петров Дмитрий Владимирович, Жужулина Е.А.

ГЛОРИИ НА ВЕНЕРЕ: УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ И ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРА

Петров Дмитрий Владимирович, Киселев Н.Н., Жужулина Е.А.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОМЕТЫ 2P/ЕНСКЕ

Рыспаева Елизавета Борисовна (1), Холтыгин А.Ф. (2)

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СЛАБОМАГНИТНЫХ ОВ ЗВЕЗД

Саванов Игорь Спартакович

СВОЙСТВА ЗВЕЗДНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ

Суворкин Владимир Валерьянович, Курдубов С.Л.

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХГРУППОВОГО МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ В ОБРАБОТКЕ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ

Холтыгин Александр Федорович, Циопа О.А., Туманова И.М., Оболенцева М. А., Рыспаева Е. Б.

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ЗВЕЗД ХЕРБИГА: РОЛЬ АККРЕЦИИ В ЭВОЛЮЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Чорная Екатерина Дмитриевна (1,2), Зубко Евгений (3), Горден Вайдин (3,4)

ОЦЕНКА РАЗМЕРА ЧАСТИЦ КОМЕТНОЙ ПЫЛИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 10-МИКРОННОЙ СИЛИКАТНОЙ
ОСОБЕННОСТИ

Шарина Маргарита Евгеньевна (1), Шиманский В.В. (2)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОЖЕСТВЕННЫХ ЗВЕЗДНЫХ
НАСЕЛЕНИЙ В ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЯХ НА СПЕКТРЫ ИХ
СУММАРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Шематович Валерий Иванович

АТМОСФЕРНЫЕ ПОТЕРИ ДЛЯ ГОРЯЧИХ ЭКЗОПЛАНЕТ

ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

Балега Юрий Юрьевич

balega@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ В РОССИИ В БЛИЖАЙШЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Создаваемое изобилие новых технических средств для астрономических исследований сопровождается множеством важнейших результатов, меняющих наши представления о Вселенной. Существовавшие раньше три окна наблюдений – электромагнитное излучение, космические лучи и нейтрино – дополнены гравитационным окном. Благодаря этому за короткий в историческом масштабе промежуток времени удалось построить карту реликтового излучения с разрешением 5 угловых минут, обнаружить ускоренное расширение Вселенной за счет темной энергии, детектировать гравитационные волны от слияния пары черных дыр, получить изображение тени черной дыры в центре гигантской галактики M87 и обнаружить тысячи планет у других звезд. Работа по созданию новых инструментов класса мега-сайенс продолжается во всем мире. Среди них европейский проект телескопа EELT с 39-м зеркалом в Чили, 50-метровый мексикано-американский телескоп LMT для диапазона волн 0.8 – 4 мм, космический телескоп JWST, планирующийся к выводу в точку L2 в 2021 году, гигантский обзорный телескоп LSST с 3-гигапиксельной камерой. На очереди также сеть радиотелескопов SKA, усовершенствованный интерферометр LISA как развитие гравитационного телескопа LIGO, космические телескопы CHEOPS (NASA), PLATO (ESA) и ARIEL (ESA) для определения масс и размеров экзопланет, космический обзорный телескоп WFIRST и многие другие.

В нашей стране успешными крупномасштабными проектами являются создание интерферометрической сети КВАЗАР с большими базами для задачи координатно-временного обеспечения, космический

интерферометр РАДИОАСТРОН и космический телескоп СПЕКТР-РГ для исследований Вселенной в рентгеновском диапазоне. Два года назад началось строительство гелио-геофизического комплекса под Иркутском, который предназначен для изучения солнечно-земных связей и верхней атмосферы Земли. Расширяются возможности по изучению потоков нейтрино в Баксанской обсерватории и в подводной обсерватории на Байкале.

Вместе с тем главные наземные обсерватории страны – Главная астрономическая обсерватория РАН, Крымская астрофизическая обсерватория РАН и Специальная астрофизическая обсерватория РАН – постепенно теряют свое значение на фоне новейших мировых центров. Наш крупнейший оптический инструмент, телескоп БТА, был построен почти полвека назад. Спектр научных задач, сформировавшийся в период закладки обсерваторий, остается в основном неизменным. Нам не удалось реализовать программу вступления России в Европейскую южную обсерваторию (ESO), что позволило бы скачкообразно преодолеть сложившееся технологическое отставание от передовых в научном отношении стран. Не был начат также и межобсерваторский проект обзорного телескопа 4-метрового класса с полем 2-3 кв. градуса, который был предложен несколькими обсерваториями пять лет назад. Отток молодых специалистов, начавшийся в 90-е годы прошлого века, привел к постепенному старению коллективов.

По этим причинам выделение приоритетов развития имеет первостепенное значение для будущего отечественной астрономии. Важно развитие тех направлений, где мы традиционно имеем сложившиеся школы и инструментарий. К ним относятся теоретические аспекты физики ранней Вселенной, исследование свойств релятивистских объектов, физика космических лучей и нейтрино и другие задачи. Горячей темой становится холодная темная материя, которая может изучаться по карликовым галактикам и галактикам с низкой поверхностной яркостью, вращению звезд в галактиках, а также посредством исследований самых старых звезд в нашей Галактике и других галактиках. Несомненную

важность приобретает наземное сопровождение космической миссии обсерватории СПЕКТР-РГ, которая обнаружит миллионы новых источников. Среди них могут оказаться объекты новой природы. Интересной задачей может стать исследование коротких радиовсплесков длительностью до 1 мс – эта проблема может изучаться как с помощью радиотелескопов, так и больших оптических телескопов с целью обнаружения соответствующих оптических источников.

Большое внимание в ближайшие 10-20 лет будет уделяться изучению уже известных и поиску новых экзопланет. Однако, с учетом нынешних и планируемых космических миссий, принцип «чем больше, тем лучше» здесь уже не применим. Скорее всего, астрономия сосредоточится на детальном исследовании наиболее интересных планетных систем, таких как каменные планеты Kepler-62e и Kepler-62f, или возможная система вокруг звезды Tabby с изменяемым блеском.

Важным направлением работ должна стать миллиметровая астрономия, особенно интерферометрия в мм-диапазоне с очень большими базами. Здесь у нас имеется опыт, приобретенный коллективами в ходе работ на сантиметровых волнах. Кроме того, вследствие отсутствия на территории России подходящих для этого диапазона наблюдений высокогорных районов, мы «обречены» на международное сотрудничество и будем по необходимости включаться в международные сети.

Важно продолжать развитие астрофизики космических лучей и нейтрино. Возможно нам следует войти в международную кооперацию по созданию сети черенковских телескопов и построить такую обсерваторию в одном из высокогорных районов страны.

В этих и многих других проектах важно следовать важнейшему принципу: строить свои программы на максимально тесном сотрудничестве с международными коллективами и с ориентацией на самые масштабные технологические возможности.

Бисикало Дмитрий Валерьевич

[*bisikalo@inasan.ru*](mailto:bisikalo@inasan.ru)

Институт астрономии Российской академии наук

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИКИ ОБОЛОЧЕК ЭКЗОПЛАНЕТ.
ВОЗМОЖНЫЙ ВКЛАД НАЗЕМНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ.**

Приводится обзор последних достижений в исследованиях газодинамики оболочек экзопланет. Специальное внимание уделено <горячим юпитерам>, что обусловлено как наличием наибольшего количества имеющихся наблюдательных данных, так и значительным прогрессом в теоретическом моделировании экзопланет этого типа. Обсуждается возможный вклад наземных телескопов в исследование оболочек <горячих юпитеров>.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-02-00178.

**Витковский Владимир Валентинович (1), Горохов В.Л. (2),
Комаринский С.Л. (1), Величко А.М. (1), Марухно А.С. (1)**

vvv@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

*(2) Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)*

ПРОБЛЕМА BIG DATA В АСТРОНОМИИ

Обсуждаемая проблема Big Data возникла в конце прошлого тысячелетия вследствие взрывного развития технологий сбора данных и инфокоммуникационных технологий хранения и доступа к ним. Однако, понимание необходимости разработки новых технологий анализа огромных объёмов данных пришло только в середине первого десятилетия тысячелетия нынешнего. В настоящее время проблема создания технологий усвоения Big Data, включая сбор, обработку, анализ, хранение и обеспечение доступа к ним и к адекватным средствам их обработки, является центральной во всех областях экспериментальной науки. При этом задача совместной обработки и анализа разнородных многомерных данных, равно как данных с ошибками, пропусками и искажениями, является особенно актуальной.

В представленной работе проведён сравнительный анализ наиболее распространённых методов и технологий исследования Big Data, включая классический многомерный статистический анализ, метод главных компонент (PCA, principal component analysis), метод стохастического вложения соседей с распределением Стьюдента (stochastic neighbor embedding, t-SNE), оригинальные методы и технологии построения и анализа многомерных гетерогенных данных, методы и алгоритмы визуального анализа для решения широкого класса сложных задач (SW и SH). Анализ выполнен на нескольких коллекциях астрономических данных. В работе рассматривается этап предварительной обработки данных с помощью визуального анализа на примере опубликованных и

оценивается применимость методов сокращения размерности для задач классификации.

Обсуждается применимость и эффективность использования указанных методик для анализа, интерпретации и получения новых знаний из распределённых коллекций гетерогенных Big Data произвольных и смешанных форматов.

Гринин Владимир Павлович

vgcrao@mail.ru

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН
Санкт-Петербургский государственный университет*

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОТОПЛАНЕТНЫХ ДИСКАХ И ИХ СВЯЗЬ С ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ МОЛОДЫХ ЗВЕЗД

Фотометрическая активность молодых звезд, наблюдаемая в оптической и инфракрасной областях спектра, является отражением нестационарных процессов, происходящих в окружающих эти звезды протопланетных дисках. Наиболее сложный характер фотометрической активности наблюдается у молодых холодных звезд типа Т Тельца. Вклад в нее могут одновременно давать несколько совершенно разных по своей природе механизмов. Это могут быть: 1) флуктуации яркости горячих аккреционных пятен на их поверхности, вызванные флуктуациями темпа аккреции, 2) взаимодействие околозвездного диска с магнитосферой звезды, ось вращения которой наклонена относительно оси вращения звезды (переменность типа AA Tau), 3) переменная околозвездная экстинкция. У горячих молодых звезд типа AeVe Хербига из перечисленных выше механизмов переменности основным является третий: переменная околозвездная экстинкция. В наиболее яркой форме этот тип переменности наблюдается у звезд типа UX Ori. Отсутствие других значимых механизмов переменности позволяет использовать результаты фотометрического мониторинга этих звезд для изучения нестационарных процессов во внутренних областях протопланетных дисков. В докладе дан обзор наиболее интересных результатов, полученных в этой области за последние годы.

Киселев Николай Николаевич

kiselevnn42@gmail.com

Крымская Астрофизическая Обсерватория РАН

ПОЛЯРИМЕТРИЯ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одной из важнейших характеристик линейно поляризованного излучения, возникающего при рассеянии солнечного излучения на реголитовых частицах малых тел Солнечной системы (астероидов главного пояса (АГП), астероидов, сближающиеся с Землей (АСЗ), спутников планет, комет, кентавров, транс-нептуновых объектов (ТНО)) является зависимость степени поляризации от фазового угла (ФЗП). В работе подводится обзор многолетних поляриметрических исследований комет, АГП, АСЗ, галилеевых спутников Юпитера, Сатурна (Энцелада, Тефии, Реи, Дионы, Япета), проведенных в Крымской астрофизической обсерватории, а также результатов наблюдений больших спутников Урана, кентавров и ТНО, опубликованных в литературе. Рассмотрено сходство и различие параметров положительной ветви поляризации (P_{\max} , P_h angle \max), формы и параметров отрицательной ветви поляризации (h , P_{\min} , P_h angle \min), отмеченных выше безатмосферных тел Солнечной системы (БТСС), включая поляризационный оппозиционный эффект, обнаруженный для высоко альбедных БТСС. Показано значительное различие параметров отрицательной ветви поляризации АГП разных классов. Отмечены астероиды с аномальными поляризационными характеристиками, необычной спектральной зависимостью степени и угла поляризации. Интерпретировано значительное различие в положении и величине максимума поляризации АСЗ S- и E-типа. Обнаружены значительные различия в форме отрицательных ветвей поляризации высокоальбедных спутников Юпитера и Сатурна. Найдена близость параметров отрицательной ветви поляризации ледяных спутников Урана и

ТНО небольших размеров. На примерах наблюдений АСЗ 33342 (1998 WT24), (3200) Phaethon, 162082 (1998 HL1) и 163373 (2002 PZ39) продемонстрированы возможности определения альbedo и размеров астероидов, сближающихся с Землей, по результатам наземной поляриметрии. Рассмотрены разные подходы к интерпретации свойств пылинок двух групп комет, значительно различающиеся по величине поляризации на больших фазовых углах. Рассмотрены основные механизмы - когерентное усиление обратного рассеяния, эффекты ближнего поля, анизотропное рассеяние света на отдельных частицах, теневой механизм, ответственные за наблюдаемые особенности ФЗП БТСС.

Исследование поддержано грантом РФФИ и Республики Крым № 18-42-910019.

Ковалев Юрий Юрьевич (1, 2) и др.

yvk@asc.rssi.ru

1) Астрокосмический центр Физического института имени П.Н. Лебедева

2) Московский Физико-Технический Институт

АКТИВНЫЕ ГАЛАКТИКИ С КОМПАКТНЫМИ СТРУЯМИ НА РАТАН-600

В докладе представлены результаты программы исследований выборки активных галактик с РСДБ-компактными струями на РАТАН-600. Совместный анализ данных РАТАН-600 и наземных РСДБ сетей указал на возможность разделения спектров на компактную (РСДБ ядро и струя на масштабах парсек) и протяженную (килопарсековые "лобы" и замагниченная оболочка) компоненты. Это было проверено и реализовано методами модельного анализа. Результаты, в частности, позволили отобрать кандидатов для массовых РСДБ обзоров и помочь реализации современной высокоточной инерциальной системы отсчета. Совместный анализ данных РАТАН-600, РСДБ и результатов детектирования нейтрино высоких энергий на телескопе IceCube показал связь рождения нейтрино с радиовспышками активных галактик и локализовал область генерации астрофизических нейтрино в пределах центрального парсека активных галактик. Совместный анализ данных РАТАН-600 и РадиоАстроны показал, что экстремальная яркость в джетах активных галактик наблюдаются преимущественно одновременно или после вспышек радиоизлучения, сопровождающихся изменением условий самопоглощения в ядрах квазаров. Вместе с нейтринными результатами это говорит в пользу синхротронного излучения релятивистских протонов в джетах как минимум некоторых активных галактик.

Левшаков Сергей Анатольевич

lev@astro.ioffe.ru

Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ НА МАЛЫХ И БОЛЬШИХ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЯХ

Обсуждаются результаты радиоастрономических измерений относительных значений безразмерных физических постоянных - отношения массы протона к массе электрона, $\mu = m_p/m_e$, и постоянной тонкой структуры, $\alpha = e^2/\hbar c$. Различная чувствительность атомных и молекулярных линий к вариациям μ и α позволяет оценивать величины $\Delta\mu/\mu = (\mu_{\text{obs}} - \mu_{\text{lab}})/\mu_{\text{lab}}$ и $\Delta\alpha/\alpha = (\alpha_{\text{obs}} - \alpha_{\text{lab}})/\alpha_{\text{lab}}$ методами прецизионной спектроскопии галактических и внегалактических объектов. Постоянство физических констант на космологических масштабах напрямую связано с фундаментальной характеристикой стандартной космологической модели - принципом эквивалентности Эйнштейна и его составными частями - принципом локальной инвариантности и принципом лоренц-инвариантности. Измерения относительных частот спектральных линий подтверждают справедливость принципа эквивалентности на уровне 10^{-8} в диске нашей галактики, на уровне 10^{-7} в галактиках с красными смещениями $z < 1$, и на уровне 10^{-5} в объектах на больших красных смещениях, вплоть до $z = 7.1$, что соответствует временному интервалу в 13.2 млрд. лет.

Харинов Михаил Александрович, Ипатов А. В.

kharinov@iaaras.ru

Институт прикладной астрономии Российской академии наук

О ВКЛАДЕ Ю. Н. ГНЕДИНА В РАЗВИТИЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИПА РАН

Приводится обзор работ выдающегося учёного Ю. Н. Гнедина по астрофизическим исследованиям на радиотелескопах РТ-32 комплекса «Квazar-КВО» ИПА РАН. Радиоастрономические наблюдения в ИПА РАН по инициативным предложениям Юрия Николаевича начались в 2003 году, несколько лет спустя после введения в штатный режим работы первого радиотелескопа РТ-32 в обсерватории «Светлое». Под научным со-руководством Гнедина на РТ-32 начались астрофизические исследования космических гамма-всплесков, сверхновых, микроквazarов и ядер активных галактик (ЯАГ).

Первая в ИПА РАН попытка обнаружения радиопослесвечения космического гамма-всплеска GRB030329 на РТ-32 оказалась настолько удачной и воодушевляющей, что привела к созданию проекта по поиску радиоизлучения космических гамма-всплесков и, возможно, связанных с ними сверхновых. В результате, вплоть до 2012 года было исследовано 82 события на стадии послесвечения, из них у трёх (GRB030329, GRB080319B, GRB110328A) обнаружено значимое излучение в радиодиапазоне, достигавшее в максимуме нескольких десятков миллианских.

По инициативе Ю. Н. Гнедина в ИПА РАН был проведён ряд самостоятельных работ: радионаблюдения микроквзара SS433 и сверхновых; радионаблюдения чёрных дыр промежуточных масс; исследование радиоизлучения магнетара GSR 1806+20.

В последнее время, с 2010 по 2018 гг., под руководством Юрия Николаевича на радиотелескопах ИПА РАН проводились систематические исследования сверхмассивных чёрных дыр (СМЧД) в составе квазаров с

доминирующей составляющей кинетической энергии релятивистского джета, активных ядер галактик (АЯГ) с преобладанием излучения мазеров водяного пара и кандидатов в СМЧД, получивших отдачу в результате гравитационного излучения при слиянии черных дыр. По первой группе объектов были определены величины спинов вращающихся СМЧД, входящих в состав наблюдавшихся АЯГ. Начатые, но не завершённые Юрием Николаевичем работы по поиску радиоизлучения от кандидатов в СМЧД и исследования АЯГ с преобладанием излучения мазеров водяного пара ведутся и по сей день, что свидетельствует о том, что идеи Ю. Н. Гнедина продолжают жить и развиваться. Несомненно, Ю. Н. Гнедин оказал значительное влияние на становление и развитие в ИПА РАН астрофизических исследований.

Представленные в данном обзоре работ исследования под руководством Ю. Н. Гнедина были поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований (гранты No 03-02-17223-а, 07-02-00535-а, 12-02-31500-мол_а).

Шустов Борис Михайлович, Сачков М.Е., Шугаров М.Е., Саванов

И.С.

bshustov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

О ПОДДЕРЖКЕ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ НАЗЕМНЫМИ ТЕЛЕСКОПАМИ: ПРОЕКТ "СПЕКТР-УФ"

Наземная поддержка космических экспериментов – важнейшее условие успеха практически любого космического астрономического проекта. В некоторых проектах наземные и космические телескопы – неразрывные составляющие проекта (например, в проекте Спектр-Р). Оптические телескопы также очень плотно используются для поддержки космических астрономических проектов различного целевого назначения. В обзорной части доклада рассмотрены основные направления поддержки: разработка и калибровка научных приборов с использованием наземных телескопов, отработка служебных систем (например, системы точного наведения), проведение вспомогательных и кооперативных (в том числе сетевых и мультиволновых) наблюдений, и т.д. В качестве примеров кратко рассмотрены примеры наземной поддержки в космических проектах HST, Kepler, Ariel, Спектр-РГ и др.

Особое внимание уделено вопросам наземной поддержки космической обсерватории «Спектр-УФ», подготовка к запуску которой идет полным ходом. Обсерватория рассматривается как общероссийский астрономический проект. Обсуждаются конкретные примеры как технической поддержки – наземная отработка спектрографов и блока камеры поля, наземное тестирование системы датчиков гида и т.д., так и организационной поддержки – развитие и тестирование системы сбора заявок. Сбор заявок, требующих проведения предварительных наблюдательных программ уже начат. Важно, что рабочий диапазон обсерватории (115-310 нм) позволяет перекрытие с диапазоном наземных телескопов.

Всероссийская конференция "Наземная астрономия в России. XXI век" (САО РАН, 21-25 сентября 2020)

Работа поддержана грантом РФФИ №19-29-11027.

БТА И ДРУГИЕ БОЛЬШИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ

Антипова Александра Викторовна, Макаров Д.И.

osen.nayti@gmail.com

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

КРИВЫЕ ВРАЩЕНИЯ УЛЬТРАПЛОСКИХ ГАЛАКТИК, ПОЛУЧЕННЫЕ НА БТА

Мы представляем результаты длиннощелевой спектроскопии для 90 ультраплоских галактик, полученных на 6-м телескопе с прибором SCORPIO. Ультраплоские галактики представляют собой дисковые галактики поздних морфологических типов (Sc - Sd) с большим видимым отношением осей ($a/b > 10$). Такие галактики видны под очень большим наклоном к лучу зрения - практически с ребра. Предполагается, что существование очень тонких чисто дисковых галактик возможно только в присутствии массивного темного гало вокруг них. Для данных галактик мы строим кривые вращения по линии H-альфа и, аппроксимацией Ролух-функции, находим значения наблюдаемого гелиоцентрического красного смещения, расстояния от центра галактики вдоль щели, динамический радиус, амплитуду, наклон внешней части кривой вращения. Кроме того мы находим характерное значения динамического радиуса в зависимости от видимого отношения осей.

**Ардиланов Валерий Иванович, Мурзин В.А., Афанасьева И.В.,
Иващенко Н.Г., Притыченко М.А.**

valery@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

РАЗРАБОТКА ШИРОКОФОРМАТНЫХ ФОТОПРИЁМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ 6-М ТЕЛЕСКОПА НА БАЗЕ ФОТОДЕТЕКТОРОВ ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Требования к астрономическим фотоприёмным устройствам на базе широкоформатных фотодетекторов возрастают как в сторону расширения регистрируемого спектрального диапазона и повышения чувствительности, так и в сторону увеличения функциональности и производительности. Разработанный в САО РАН универсальный ПЗС-контроллер Dinason-5 позволяет применять его как в системах с одиночными фотоприёмниками, так и в системах, использующих мозаичные фотоприёмники практически любой степени сложности. Отличительной особенностью контроллера является способность управлять ПЗС-приёмниками нового класса на основе толстой подложки из обеднённого кремния, имеющими высокую чувствительность в красной и ближней ИК областях спектра. На основе данного контроллера были изготовлены две фотоприёмные системы для 6-м телескопа, в которых применены ПЗС-детекторы нового класса - CCD231-84 и CCD261-84. Также разработан малошумящий ключевой источник питания, который имеет компактные габариты, малый вес и обеспечивает широкий диапазон питающих напряжений и токов. В работе представлены результаты исследований характеристик данных фотоприёмных систем, а также приведено сравнение с заявленными производителем спецификациями. Выполнены пробные наблюдения на 6-м телескопе САО РАН с использованием данных ПЗС-систем.

Представлен проект по созданию быстродействующего фотоприёмного устройства на основе широкоформатного малошумящего

КМОП-фотоприёмника форматом 4Кх4К и размером фоточувствительной области 36,9х36,9 мм². Фотоприёмник помещается в среду инертного газа и охлаждается с помощью двухступенчатого элемента Пельтье. Разработанный контроллер камеры позволяет считывать и сохранять видеоданные с максимальной скоростью 10 Гбит/с. Низкий шум считывания, высокая производительность и компактные габариты камеры позволяют применять такие фотоприёмные устройства для поиска переменных объектов, в быстрых обзорах неба и для решения задач адаптивной оптики. Первый этап проектирования завершён, разработан комплект конструкторской документации. Ведётся изготовление первого опытного образца камеры.

**Барсукова Елена Александровна (1), Горанский В.П. (2), Метлова
Н.В.(2), Буренков А.В. (1)**

bars@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

CI SAM И ПРИРОДА В[E]-ФЕНОМЕНА

Звезда CI Sam (MWC 84, IRAS 04156 + 5552), оптический двойник рентгеновского транзиента XTE J0421 + 560, интенсивно наблюдалась с момента вспышки в 1998 году во всех диапазонах длин волн. Основной компонент CI Sam показывает все наблюдательные характеристики звезды В[е]: сильные бальмеровские линии излучения, запрещенные оптические линии и сильный инфракрасный избыток. По спектру БГА с большим отношением сигнал/шум нам удалось по крыльям абсорбционных водородных линий высоких порядков классифицировать главный компонент CI Sam как звезду В4 III-V. Расстояние, определенное методом спектроскопии, составляет 1.1 – 1.9 кпк, что удивительно совпадает с результатом спутника GAIA DR1. Вторичный компонент является невидимым компактным объектом, в данном случае, белым карликом. Двадцатилетний спектральный и фотометрический мониторинг показал вероятное присутствие в системе CI Sam третьего компонента, близкое прохождение которого могло быть причиной перехода системы в активное состояние в 2009 г. По данным высокоточной ПЗС-фотометрии мы обнаружили, что быстрая переменность блеска CI Sam представляет собой мультипериодические пульсации компонента В4 III-V. Доминируют колебания в двух модах, 0.2667 и 0.4153 дня, с соотношением периодов 2:3. Среди В[е]-звезд пульсации обнаружены пока только у CI Sam. Подчеркнем, что сверхгиганты не пульсируют с такими короткими периодами, что закрывает популярное представление о CI Sam как о звезде-сверхгиганте, sgВ[е]. По спектрам со средней дисперсией выявлена переменность профиля эмиссионной линии HeII 4686 на шкале 20 минут. Именно эта переменность может давать большой разброс кривой лучевых

скоростей аккреционного диска вокруг белого карлика и ошибки в определении орбиты. Многокомпонентность системы и наличие пульсаций у главного компонента, вероятно, являются причиной формирования пылевого диска у CI Cam, обнаруженного интерферометрическим методом в 2009 году. Здесь мы приводим около десяти аргументов из рентгена, оптики и радио в пользу белого карлика и термоядерного взрыва водорода на его поверхности в 1998 г.

**Бескакотов Анатолий Сергеевич, Максимов А.Ф., Балега Ю.Ю.,
Дьяченко В.В.**

beskakotov@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ НА БТА. ИНСТРУМЕНТ И ЗАДАЧИ.

Предлагается к обсуждению применение современных инфракрасных детекторов ближнего инфракрасного диапазона на основе InGaAs сенсоров. Представлено описание упрощённого инфракрасного спекл-интерферометра на базе детектора Snake-640, производства компании Photonic Science (Великобритания). Описаны лабораторные исследования и первые наблюдения в первичном фокусе БТА САО РАН, обнаруженные недостатки сенсора и сопутствующего программного обеспечения.

По результатам проведенной работы найдены предельные значения звёздных величин наблюдаемых объектов, предельные значения разности блеска двойных систем, доступных к разрешению в диапазоне 0.9-1.7 мкм. Разработка инфракрасного спекл-интерферометра не является завершённой, планируется модернизация как материальной базы, так и методической.

Бескин Григорий Меерович (1,2), Карпов С.В. (1,2,3), Плохотниченко В.Л. (1), Степанов А.В. (4), Цап Ю.Т. (4), Шибанов Ю.А. (5), Зюзин Д.Ю. (5), Танашкин А. (5)

beskin@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(3) SEISO, Институт физики, Чешская академия наук, Прага

(4) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

(5) ФТИ им. А.Ф.Иоффе, С-Пб

ИССЛЕДОВАНИЯ ВСПЫХИВАЮЩИХ И НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД С ВЫСОКИМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

В докладе приводятся результаты наблюдений двух классов нестационарных объектов с высоким временным разрешением на 6-м телескопе с использованием инструментального комплекса МАНИЯ как в фотометрическом, так и в поляризметрическом режимах.

В результате мониторинга звёзд UV Ceti, EV Lacertae, Wolf 424 и CN Leo было зарегистрировано несколько десятков вспышек различной амплитуды, и получены верхние пределы на поляризацию вспышечной компоненты их излучения на уровне 1%. В одном же случае - во время гигантской вспышки UV Ceti в 2008 г - была обнаружена значимая (превосходящая 30-40%) линейная поляризация зарегистрированных субсекундных спайков, что свидетельствует о реализации синхротронного механизма генерации оптического излучения электронами, ускоренными до энергий нескольких сотен МэВ и движущимися в магнитных полях напряженностью около 1.4 килоГаусс. Подобное излучение у вспыхивающих звёзд обнаружено впервые.

Также обсуждаются результаты оптических наблюдений переходного миллисекундного рентгеновского пульсара PSR J1023+0038, в ходе которых было обнаружено пульсирующее оптическое излучение на частоте вращения нейтронной звезды (592 Гц) в двух цветовых полосах. Это позволяет впервые сделать оценки наклона спектра оптической

компоненты пульсирующего излучения, которая скорее всего связана с синхротронным излучением электронов с умеренными гамма-факторами вблизи светового цилиндра в области взаимодействия эжектируемого вещества с аккреционным диском. В то же время было зарегистрировано и вспышечное излучение этого объекта с характерными временами переменности в диапазоне от долей секунды до минут, по-видимому, связанное с фрагментированным аккрецирующим/эжектирующим веществом вокруг нейтронной звезды.

Причем это излучение вероятно имеет тепловую природу, поскольку были получены ограничения на его линейную поляризацию на уровне нескольких процентов.

**Борисов Святослав Борисович (1,2), Чилингарян И.В. (1,3),
Рубцов Е.В. (1,2), Катков И.Ю. (1,4), Гришин К.А. (1,2)**

sb.borisov@voxastro.org

(1) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(2) Московский государственный университет, Физический факультет

(3) Гарвард-Смитсоновский центр астрофизики

(4) Нью-Йоркский университет Абу-Даби

БИБЛИОТЕКИ ЗВЕЗДНЫХ СПЕКТРОВ В ОПТИЧЕСКОМ И ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНАХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗВЕЗДНЫХ НАСЕЛЕНИЙ

Высококачественные модели звездных населений в настоящее время пользуются большим спросом – они используются для интерпретации спектров галактик и звездных скоплений, чтобы определить возраст, металличность и другие свойства. Важным компонентом синтеза звездных населений является библиотека звездных спектров. Использование как оптического, так и ближнего ИК диапазонов для моделирования звездного населения может привести к новаторским результатам в этой области. В данной работе мы представляем перекалиброванные оптические спектры библиотек UVES-POP и Indo-US, а также проект звездной библиотеки Las Campanas, которая является самой большой выборкой спектров среднего разрешения ($R=6500$) в ближнем ИК диапазоне. Также в работе представлен новый метод определения параметров звездных атмосфер, основанный на попиксельном приближении спектров.

**Бурлакова Татьяна Евгеньевна (1), Валявин Г.Г.(1, 4), Аитов В.Н.(1),
Галазутдинов Г.А. (2,3), Валеев А.Ф. (1,4)**

tbur74@gmail.com

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Католический университет Севера, Антофагаста, Чили

(3) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

(4) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

**ПЕРВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ ЗВЕЗД ПО
СПЕКТРАМ, ПОЛУЧЕННЫМ С НОВЫМ ОПТОВОЛОКОННЫМ
СПЕКТРОГРАФОМ БТА В РЕЖИМЕ ВЫСОКОГО СПЕКТРАЛЬНОГО
РАЗРЕШЕНИЯ**

Будут представлены первые результаты наблюдений переменности лучевых скоростей звезд с помощью оптоволоконного спектрографа высокого спектрального разрешения ($R = 35000 - 120\ 000$). Наблюдения ряда звезд с характерными звездными величинам от 8.5^m до 10.5^m проводились в режиме спектральных разрешений от $R45000$ до $R65000$ с одновременной регистрацией калибровочного спектра торий-аргоновой лампы с полым катодом. В результате получены характерные точности измерений от нескольких до нескольких десятков м/сек. В перспективе торий-аргоновая лампа будет заменена на интерферометр фабри-перо для достижения предельных точностей измерений лучевых скоростей звезд с точностями до 1 м/сек.

Работа поддержана грантами РФФ 19-72-10023 и МИНОБР N13.1902.21.0039

Бусарев Владимир Васильевич (1), Буренков А.Н. (2), Прамский А.Г. (2)

busarev@sai.msu.ru

(1) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДОВ НА БТА

В 2001 г. на 6-м телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории РАН нами были проведены спектрофотометрические наблюдения астероида Главного пояса 3045 Алоисы (29/30 и 30/31 марта) и кентавра 10199 Чарикло (31 марта – 1 апреля) с целью изучения особенностей состава их вещества. В наблюдениях на БТА использовался спектрограф UAGS с дифракционной решеткой R325/4 и ПЗС-камерой Photometrics (1024x1024 px, 24x24 мкм/px), работающий в диапазоне 0,360-0,800 мкм с разрешением $R \sim 300$ при ширине щели спектрографа 2". Несмотря на присутствие высокой тонкой облачности в наше наблюдательное время, большая оптическая мощь БТА и используемый метод расчета спектров отражения астероидов (с помощью деления спектра объекта на спектр звезды – солнечного аналога HD 105633 при минимальной разности их зенитных расстояний), как мы полагаем, позволили получить научно-значимые результаты.

Спектры отражения, измеренные для противоположных сторон 3045 Алоисы показали, что этот небольшой ($D = 27,5$ км) и сравнительно быстро вращающийся астероид ($P = 3,75$ ч), находящийся на периферии Главного пояса (<https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi#top>), имеет примитивный и неоднородный состав вещества: с одной стороны астероида форма спектра соответствует таксономическому типу С, а с другой – D. Это позволяет предположить, что 3045 Алоиса является отколовшимся внешним фрагментом более крупного родительского тела с низкотемпературной минералогией.

Полученный нами спектр отражения кентавра 10199 Чарикло соответствовал моменту его нахождения вблизи перигелийного

расстояния (13,216 а.е.), превосходящего радиус орбиты Сатурна. Расчет подсолнечной температуры астероида с учетом его геометрического альbedo $p_v=0,045$ и эксцентриситетности орбиты ($e = 0,169256$) (<https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi#top>) показывает, что у перигелия она составляет 107,4 К, а у афелия – 90,5 К. Таким образом, вблизи перигелия подсолнечная температура Чарикло достигает тройной точки фазовых диаграмм NH₃ и CO₂ (напр., Luna et al., 2014, A&A, 566, A27), что должно приводить к сублимации льдов этих соединений и к образованию временной экзосферы или комы. Такой вывод согласуется с общей формой полученного спектра отражения Чарикло и присутствием отчетливого максимума вблизи его коротковолновой границы.

Валеев Азамат Фанилович (1), Castro-Tirado A. J. (2,3), Hu Y. -D. (2), Соколов В.В. (1), Agudo I. (2) , Caballero-García M. D. (4) и др.

azamat@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), Granada, Spain

(3) Universidad de Málaga, Spain

(4) Astronomical Institute of the Academy of Sciences, Bosni, Czech Republic

СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНЗИЕНТОВ В БОКСАХ ОШИБОК ГРАВИТАЦИОННЫХ СОБЫТИЙ LIGO/VIRGO.

Приводятся результаты спектральной классификации транзиентов, обнаруженных в боксах ошибок гравитационных событий, зафиксированных детекторами LIGO/VIRGO. В ряде случаев размер боксов ошибок LIGO/VIRGO не превышали 30 квадратных градусов на небе. Нами исследованы оптические спектры, полученные на телескопах GTC (Gran Telescopio de Canarias) и БТА 6-м. Накладываются ограничения на обнаружимость в оптическом диапазоне событий, связанных со слияниями в системах типа черная дыра + нейтронная звезда и в системах типа двойная черная дыра. Природа классифицированных нами транзиентов - многие из которых являются сверхновыми различных типов, вспышками красных звезд, катаклизмическими переменными - опровергают связь исследованных нами объектов с гравитационно-волновыми событиями. Для нескольких событий, которые с большой вероятностью являлись слияниями двойных нейтронных звезд, нами не обнаружены транзиенты, которые бы показали спектр килоновой, который наблюдался в случае гравитационного события GW 170817 и его оптического/инфракрасного двойника 2017gfo.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-21030.

**Валявин Геннадий Геннадьевич, Перков А.В., Мусаев Ф.А.,
Галазутдинов Г.Г. и др.**

gvalyavin@sao.ru

- (1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
- (2) Станция оптических наблюдений "Архыз" Научно-производственной корпорации "Системы прецизионного приборостроения"
- (3) Католический университет Севера, Антофагаста, Чили
- (4) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

ПЛАНЕТНЫЙ СПЕКТРОГРАФ-ПОЛЯРИМЕТР ВЫСОКОГО СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ С ОПТОВОЛОКОННЫМ ВХОДОМ ДЛЯ БТА

Будут представлены первые результаты опытной эксплуатации оптоволоконного спектрографа высокого спектрального разрешения ($R = 20000 - 100\ 000$). Спектрограф создан для проведения в связке с 6-м телескопом комплексных исследований экзопланет, астросейсмологических исследований, исследований звездного магнетизма, звездных атмосфер, активных ядер ярких галактик, межзвездной среды и т.д. Рабочий диапазон от 4000 до 7500 Å Å.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-21030

Винокуров Александр Сергеевич (1), Атапин К.Е. (2), Соловьева Ю.Н. (1), Саркисян А.Н. (1)

vinokurov@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

НАБЛЮДЕНИЯ УЛЬТРАЯРКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИСТОЧНИКОВ НА БТА

Приводятся предварительные результаты спектральных исследований кандидатов в ультраяркие рентгеновские источники (ULX) и их окружения (туманностей и/или звездных скоплений). Выборка объектов была составлена на основе одного из наиболее полных каталогов ULX кандидатов Liu et al. (2011), построенного по результатам многолетних наблюдений рентгеновской обсерватории Chandra. Природа подавляющего большинства кандидатов каталога нуждается в подтверждении, которое может быть выполнено наиболее эффективным образом посредством анализа оптических данных. Используя данные космического телескопа им. Хаббла, мы отождествили более 100 рентгеновских источников в оптическом диапазоне. Наблюдения 20 объектов были выполнены с длинной щелью на многорежимном фокальном редукторе первичного фокуса SCORPIO 6-м телескопа. По результатам спектроскопии наиболее яркие объекты ($m_V < 22^m$) оказались фоновыми активными ядрами галактик или Галактическими двойными, наблюдаемые параметры остальных объектов выборки позволяют отнести их к реальным ULX.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-32-20214.

**Гадельшин Дамир Раелович (1), Валявин Г.Г. (1), Бьён-Чол Ли (2),
Галазутдинов Г.А. (3)**

gdamir-85@mail.ru

- (1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
(2) Институт астрономии и космических исследований, Тэджон, Республика Корея
(3) Северный католический университет, Антофагаста, Чили

ОГРАНИЧЕНИЕ МАСС НЕСКОЛЬКИХ ТРАНЗИТНЫХ ПЛАНЕТ

В нашей предыдущей работе (Gadelshin D. R. et al. 2017, *AstBu*, 72, 330), посвящённой исследованию трёх звёзд, у которых с помощью космического телескопа «Кеплер» ранее были обнаружены кандидаты в транзитные экзопланеты, нам удалось показать, что данные кандидаты действительно являются планетами, а не объектами звёздной природы. Для этого тогда мы получили несколько оценок лучевых скоростей по спектрам высокого разрешения с БТА САО РАН.

В настоящем докладе приводятся результаты дополнительного исследования подтверждённого нами кандидата в системе KOI-974, нового кандидата TESS в системе TOI-1797 (HD 93963), а также известного горячего юпитера MASCARA-3 b (KELT-24 b). KOI-974 b представляет собой планету размером с Нептун, которая обращается вокруг F-звезды с периодом 53.5 суток. Кандидат TOI-1797.01 также имеет диаметр, близкий к диаметру Нептуна, но обращается вокруг солнцеподобной звезды с периодом около 3.65 суток.

Новые наблюдения были выполнены с помощью спектрографа, установленного на 1.8-м телескопе обсерватории Бохюнсан в республике Корея (для KOI-974), а также оптоволоконного спектрографа высокого спектрального разрешения на БТА САО РАН. Для KOI-974 b значительно улучшено ограничение амплитуды лучевых скоростей по сравнению с нашей первой работой о подтверждении: сейчас бар ошибок составляет около 40 м/с.

Для кандидата TOI-1797.01 всего было получено 4 измерения, приходящихся на разные орбитальные фазы, но бар ошибок составил

менее 10 м/с, что полностью исключает непланетную природу транзитного объекта.

В случае с MASCARA-3 b нами была прописана кривая лучевых скоростей на протяжении половины орбитальной фазы. Этот результат позволит нам получить первую оценку истинной массы экзопланеты, сделанную с помощью инструмента САО РАН.

Галеев Алмаз Ильсурович (1,2), Бакланова Д.Н. (3), Кудрявцев Д.О. (4), Люманов Э.Р. (1), Мельников С.С. (1), Шиманский В.В. (1), Эсеноглу Х. (5)

Almaz.Galeev2@kpfu.ru

(1) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(2) Академия наук Республики Татарстан

(3) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

(4) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(5) Стамбульский университет, Турция

НАБЛЮДЕНИЯ ВЫБОРКИ ЗВЕЗД ТИПА δ ЩИТА НА БТА САО РАН И РТТ-150 TUBITAK

В рамках программы исследования химического состава атмосфер звезд типа дельта Щита на телескопах БТА и РТТ-150 проведены спектроскопические наблюдения большой выборки звезд этого типа. В ходе пяти успешных наблюдательных сетов на спектрографе НЭС БТА и 17 сетов наблюдений на кудэ-эшелле спектрометре РТТ-150 в 2006-2018 гг. получены спектры высокого разрешения для 88 звезд типа дельта Щита разной яркости. В работе проанализированы спектры звезд, наблюдавшиеся в разные годы разной приемной аппаратурой. Проведено сравнение систем измеренных эквивалентных ширин для звезды HD 4818 по данным обоих телескопов. Измерены лучевые скорости звезд и исследовано отклонение результатов от измерений других авторов, вызванное орбитальными движениями в двойных системах. В работе также представлено определение эффективных температур и логарифмов ускорения силы тяжести для всех наблюдавшихся звезд на основе фотометрических индексов систем Джонсона и Стремгрена с использованием эмпирических зависимостей. Для восьми звезд по результатам обработки спектров выполнены расчеты химического состава атмосфер. Исследование всей выборки звезд позволит провести статистический анализ значений параметров атмосфер звезд, найденных по фотометрическим и спектроскопическим данным, и изучить

зависимость химического состава от фундаментальных параметров и пульсационной активности.

Авторы благодарят Комитет по тематике больших телескопов РАН и Национальный комитет по тематике российских телескопов за предоставление наблюдательного времени БТА и коллег из TUBITAK и К(П)ФУ за поддержку в использовании РТТ-150 (проект 2018А-РТТ150-951). Наблюдения на телескопах САО РАН выполняются при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (включая соглашение №05.619.21.0016, проект RFMEFI61919X0016). В. Ш. благодарит субсидирование КФУ для выполнения гос. задания 3.9780.2017/8.9.

Горанский Виталий Петрович (1), Барсукова Е.А. (2), Буренков А.Н. (2), Валеев А.Ф. (2,3), Волков И.М. (1,4), Есипов В.Ф. (1), Зубарева А.М. (1), Иконникова И.П. (1), Ирсамбетова Т.Р. (1), Павлюк Н.Н. (1), Шугаров С.Ю. (1,5)

goray@sai.msu.ru

- (1) Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ
- (2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
- (3) Казанский (Приволжский) федеральный университет
- (4) Институт астрономии Российской академии наук
- (5) Астрономический институт Академии наук Словакии.

ПРОГРЕСС В ИССЛЕДОВАНИЯХ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ СИСТЕМЫ SS

433

SS 433 (V1343 Aql) – известная система с движущимися эмиссионными линиями в спектре, которые формируются в двух противоположно направленных прецессирующих релятивистских струях. Это затменная система с орбитальным периодом 13.082 дня. Один из компонентов – нормальная звезда класса A4–A7 I–III. В 2005 и в 2010 годах на БТА проводились наблюдательные кампании по определению ее массы, вторая с применением телескопа Subaru на противоположной стороне земного шара. Определена масса нормальной звезды по ее кривой лучевой скорости, $\sim 10.4 M_{\odot}$. По UBVRI-фотометрии в 2-х затмениях с применением спектроскопии БТА и Subaru оказалось возможным выделить нормальную звезду из общего распределения энергии и оценить ее светимость $M_V \sim -5^m.45$ и массу $\sim 9.8 M_{\odot}$, что в согласии со спектральными данными. С учетом рентгеновских данных Ginga ($q = 0.1496$) масса компактного объекта, источника струй, равна $1.45 \pm 0.2 M_{\odot}$. Не остается сомнений, что это молодая нейтронная звезда – остаток взрыва сверхновой, связанный с радио-туманностью W50. Расчеты показывают, что в системе с такими параметрами компонентов радиус орбиты нейтронной звезды в пределах ошибок определения совпадает с радиусом нормальной звезды, то есть SS 433 – тесная, возможно,

контактная система. Мы провели фотометрические и спектральные наблюдения SS 433, изучили опубликованные данные. В результате выявлены временные исчезновения эмиссии струй, исчезновение затмений в системе, спорадические события, связанные с формированием общей оболочки, взрывы со сбросом этой оболочки со скоростями до 3500 км/с и с истечением материи в прецессирующий околозвездный диск. Сделан вывод, что звезда класса А эволюционирует в красные гиганты и перешла в режим динамической аккреции на нейтронную звезду. Полость Роша нейтронной звезды заполнена. Временами нейтронная звезда оказывается даже внутри расширяющейся оболочки звезды-гиганта, и тогда отсутствуют затмения и орбитальная переменность. Природа вспышек SS 433 в радио и оптике может быть связана с магнитной активностью нейтронной звезды.

Граужанина Анастасия Олеговна, Валеев А.Ф. , Валявин Г.Г.

grao@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕР ГОРЯЧИХ ЮПИТЕРОВ

Представлены результаты исследования атмосфер избранных горячих юпитеров. Приведены результаты использования метода средних динамических спектров (Граужанина и др, 2015, ASPC, 494, 289G) и метода трансмиссионной спектроскопии (Граужанина и др, ASPC, 510, 376G).

Гунбина Александра Анатольевна (1,2), Тарасов М.А. (3), Вдовин В.Ф. (1,2), Алексеев Р.А. (1,4), Бубнов Г.М. (1,2), Юсупов Р.А. (3), Чекушкин А.М. (3), Нагирная Д.В. (3), Ермаков А.Б. (3), Лемзяков С.А. (5), Эдельман В.С. (5), Мансфельд М.А. (1,2), Вдовичев С.Н. (2), Якопов Г.В. (6), Зинченко И.И. (1)

aleksandragunbina@mail.ru

(1) *Институт прикладной физики Российской академии наук*

(2) *Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева*

(3) *Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН*

(4) *Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского*

(5) *Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН*

(6) *Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук*

АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И ПРИЕМНИК СубТГц ВОЛН НА ОПТИЧЕСКОМ ТЕЛЕСКОПЕ БТА

Приемная система на основе матриц планарных кольцевых антенн с интегрированными детекторами структуры сверхпроводник – изолятор – нормальный металл – изолятор – сверхпроводник (СИНИС) может быть применима для такой актуальной задачи как пространственное исследование областей звездообразования. Эти исследования необходимы для изучения межзвёздной среды и механизмов звездообразования.

Представленные приемные матрицы могут работать в условиях высокой фоновой нагрузки (десятки пиковатт), мощность эквивалентная шуму (МЭШ) таких структур не хуже чем 10^{-16} Вт/Гц^{1/2} и вольтваттная чувствительность вплоть до $3 \cdot 10^9$ В/Вт, что является необходимым условием для работы на наземных обсерваториях. Для проведения исследований предполагается установка приемной системы в фокус Несмита телескопа БТА. Основные узлы разрабатываемой приемной системы: матрица детекторов, криостат растворения, согласующая квазиоптика, считывающая аппаратура и программное обеспечение (IRTECON) для управления считывающей аппаратурой.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания ИРЭ РАН (№ 0030-2019-0003) и государственного задания ИПФ РАН (№ 0035-2019-0005). Изготовление и исследование образцов частично было произведено с использованием уникальной научной установки ИРЭ РАН (УНУ №352529). Создание отдельных устройства и элементов экспериментального инструментария для исследования созданных структур выполнялись в рамках плана реализации проекта РНФ № 19-19-00499.

Дёминова Наиля Рафаэлевна (1), Шиманский В. В. (1), Борисов Н. В. (2), Иртуганов Э. Н. (1), Габдеев М. М. (2)

nellyrd@mail.ru

(1) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ С SDB-СУБКАРЛИКАМИ

В работе исследованы характеристики трех молодых предкатаклизмических переменных (ПП) с sdB-субкарликами: NSVS 14256825, Lan30 и SDSS J162256. Спектроскопические наблюдения выполнены на БТА САО, фотометрические - на Цейсс-1000 САО и РТТ-150. Измерены наборы лучевых скоростей. Получены наборы нормированных спектров для разных фаз орбитального периода и исследованы фазовые изменения профилей линий. При численном моделировании спектров в фазах минимума блеска найдены параметры и химический состав атмосфер sdB-субкарликов. Анализ лучевых скоростей, измеренных по разным линиям, показал их устойчивость к изменениям условий наблюдений и позволил получить оценки масс компонент. Построены наблюдаемые кривые блеска в полосах BVR и выполнено их теоретическое моделирование с учетом эффектов несферичности и отражения. В итоге получены наборы фундаментальных параметров NSVS 14256825, Lan30 и SDSS J162256. Построены зависимости "масса-светимость" и "масса-радиус" для вторичных компонент. Показано, что ранее предложенный метод определения масс компонент данных ПП на основе моделирования кривых лучевых скоростей эффективен только для систем со значительными эффектами отражения вне зависимости от температуры главной компоненты. Рекомендовано для последующих определений параметров ПП с sdB-субкарликами задавать фиксированную массу главной компоненты на уровне 0.47 массы Солнца, что обеспечит однородность наборов параметров для всех систем этого типа.

Дудник Анастасия Андреевна (1), Шиманский В.В. (1), Колбин А.И. (2)

nasya.dudnik@yandex.ru

(1) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ КАТАКЛИЗМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Особый интерес для исследования представляют двойные системы, объекты которых находятся на разных стадиях эволюции, т.к. у них можно определить важные параметры звёзд. Наиболее широким классом систем такого типа являются катаклизмические переменные.

В более ранних работах по исследованию спектров катаклизмических переменных в ультрафиолетовом диапазоне был использован метод моделирования профилей линий Лаймановской серии H γ для определения параметров атмосфер белых карликов. С использованием результатов, полученных при моделировании, были определены фундаментальные параметры. В более позднем исследовании карликовой Новой GSC 02197-00886 Митрофановой А.А. в оптическом диапазоне при моделировании спектра с абсорбционными крыльями линий H γ были получены параметры атмосферы и полный набор фундаментальных параметров.

В данной работе представлены результаты моделирования трёх системы: TY Psc, FL Psc, V455 And с определением их фундаментальных параметров и параметров атмосфер белых карликов. Согласование теоретических и наблюдаемых спектров исследуемых систем проведено в двух режимах: ручном и автоматическом. Таким образом удалось доказать эффективность используемого метода и корректность получаемых результатов.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-42-160003.

**Дьяченко Владимир Владимирович, Балегга Ю.Ю., Бескакотов А.С.,
Максимов А.Ф., Митрофанова А.А.**

dyachenko@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ БЕТЕЛЬГЕЙЗЕ В ЭПОХУ ПОТЕМНЕНИЯ 2019-2020 ГОДОВ

Изменения яркости красных сверхгигантов являются следствием сочетания ряда физических факторов, относительный вклад которых остается дискуссионным. К ним относятся периодические изменения связанные с пульсацией, наличие околозвездного вещества, макротурбулентность и т.д. В период осени 2019 - весны 2020 годов один из ближайших красных сверхгигантов Бетельгейзе испытал значительное уменьшение яркости ставшее наиболее значительным за весь период наблюдений.

В ночь 9 апреля 2019, а также 6 января, 4 и 8 марта 2020 года на 6-м телескопе САО РАН были проведены спекл-интерферометрические наблюдения Бетельгейзе в фильтрах 550/20, 676/10, 694/10 нм. Таким образом был получен ряд наблюдений до падения яркости, а также в различные фазы в ходе падения. Обсуждается влияние различных факторов по полученным прямым изображениям на потемнение звезды.

Дьяченко Владимир Владимирович (1), Richichi A. (2), Оболенцева М.А. (3), Балега Ю.Ю. (1), Бескакотов А.С. (1), Максимов А.Ф. (1), Митрофанова А.А. (1)

dyachenko@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Italian National Institute for Astrophysics

(3) Санкт-Петербургский государственный университет

НАБЛЮДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ЗВЕЗД АСТЕРОИДАМИ КАК МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ ДИАМЕТРОВ СУБМИЛЛИСЕКУНДНОГО УРОВНЯ

С развитием техники длиннобазовой интерферометрии роль одиночных телескопов в получении данных с высоким угловым разрешением становится недооцененной. Современная техника покрытий Луной позволяет достичь разрешения около 1 миллисекунды дуги и лучше, что сопоставимо с возможностями длиннобазовой интерферометрии оптического и ИК диапазонов. Недавно предложенный метод использования покрытий звезд астероидами (Benbow et al., 2019) позволяет рассчитывать на достижение уровня разрешения лучше 0.1 мсд при наблюдениях на одиночных оптических телескопах.

В ночь 11-12 декабря 2019 года на 6-м телескопе САО РАН были проведены наблюдения покрытия звезды ТУС 1947-290-1 астероидом 87 Sylvia. Был использован спекл-интерферометр БТА на базе EMCCD в режиме быстрой фотометрии. Ранее 9-10 декабря методом спекл-интерферометрии звезда была обнаружена как двойная с разделением 32 мсд. Обе звезды в системе относятся к карликам Главной последовательности. В результате по данным полученным методом покрытий нам удалось измерить угловые диаметры обоих компонентов. Они показывают значения на уровне 50 микросекунд, что соответствует новым пределам разрешения в оптическом диапазоне.

Ефремова Полина Дмитриевна (1), Дьяченко В.В. (2), Бескакотов А.С. (2), Митрофанова А.А. (2), Бескин Г.М. (2), Соколов В.В. (2), Балегга Ю.Ю. (2)

polyaefremowa@gmail.com

(1) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОТКОВРЕМЕННОЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА 6-М ТЕЛЕСКОПЕ САО РАН

Проведение оптических наблюдений релятивистских объектов (источников гамма-всплесков, гравитационных волн и др.) - актуальный и информативный способ их исследования. В работе представлена фотометрия таких объектов с целью поиска переменности на малых масштабах времени. Подобные масштабы обеспечивает спекл-интерферометр на базе EMCCD 6-метрового телескопа САО РАН. Для обработки полученных данных был разработан программный пакет, включающий различные способы экстракции изображений и методы анализа данных. Для тестирования программы были получены серии изображений пульсара CM Tau в фильтре 700/100 нм с экспозициями 15 и 16 мс (частота кадров 65.488 и 61.463 Гц соответственно). Найденные периоды переменности составили 33.78 мс и 33.81 мс. Кроме того, в апреле и мае 2019 года в фильтрах 550/20, 700/50 и 800/100 нм были получены данные поля с отождествлённым новым объектом ($\alpha=23^{\text{h}}10^{\text{m}}43.33^{\text{s}}$, $\delta=47^{\circ}09'54.6''$). По кривым блеска на масштабах времени от нескольких секунд до нескольких минут переменности объекта в оптическом диапазоне обнаружено не было. В методическую часть работы включены сведения о режимах работы детектора (электронное усиление, экспозиция каждого кадра в серии др. параметры) во время наблюдений объектов, их блеск и соответствующие им отношения "сигнал-шум".

Комарова Виктория Николаевна (1), Шибанов Ю.А. (2)

vkom@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Физико-технический институт им. Иоффе РАН

НАБЛЮДЕНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ КАНДИДАТОВ В ИЗОЛИРОВАННЫЕ НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ НА БТА САО РАН

Представлены результаты исследования полей ряда близких высокоэнергетичных кандидатов в изолированные нейтронные звезды и гамма-пульсаров из каталога FermiLAT. Наблюдения проводились с помощью редуктора светосилы SCORPIO в широкополосных фильтрах системы Джонсон-Козинц и линии H-alpha. Получены верхние пределы величин объектов на уровне 3s в полосе фильтра R_c и соответствующие оценки потоков оптического излучения.

Комарова Виктория Николаевна (1), Шибанов Ю.А. (2)

vkom@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Физико-технический институт им. Иоффе РАН

ОКРЕСТНОСТИ ПУЛЬСАРА В СТВ80

Пульсар В1951+32, ассоциируемый с остатком сверхновой СТВ 80, является одним из немногих многоволновых пульсаров, которые до сих пор не отождествлены в оптическом диапазоне. Используя самые глубокие на настоящее время BVRcIc-изображения ядра остатка, полученные на 6-м телескопе САО РАН, и данные из архива HST, мы исследовали околопульсарную область. Обсуждаются результаты фотометрии кандидатов в оптические <<двойники>> пульсара и их возможная природа.

Кукушкин Дмитрий Евгеньевич (1,2), Белан А.Р. (1), Бахолдин А.В. (1)

dekukushkin@itmo.ru

(1) Университет ИТМО

(2) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

АНАЛИЗ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА БТА

Приводятся результаты аналитических расчетов поляризационных искажений в первичном фокусе главного зеркала БТА. Оцениваются: инструментальная поляризация, деполяризация и кроссток. Оценка произведена в спектральном диапазоне 380 – 750 нм, для осевого и внеосевого лучей. В первичном фокусе главного зеркала БТА для внеосевого луча при $w=4''$ инструментальная поляризация не превышает $2,3e-9\%$, деполяризация $1,52e-4\%$, кроссток $2e-8\%$. Составлена карта поляризационных искажений главного зеркала БТА путем нахождения элементов матриц Мюллера для отдельных точек поверхности. Получены графики зависимости отдельных элементов матрицы Мюллера главного зеркала от длины волны. Основное влияние на состояние поляризации падающего на зеркало излучения оказывают отражающие свойства покрытия зеркала. Отклонения формы поверхности зеркала от параболической не производят ощутимого влияния. Выявлены причины возникновения инструментальной поляризации ГЗ БТА: деполяризующие свойства покрытия, отклонение формы поверхности зеркала от параболической. Наибольшую инструментальную поляризацию ГЗ телескопа вносит при измерении параметра Q ($Q2,2e-4$). При этом из-за свойств алюминиевого покрытия инструментальная поляризация при измерении параметра Q увеличивается с длиной волны до 700 нм. Полученные результаты позволяют утверждать о возможности проведения высокоточных поляризационных измерений в первичном фокусе БТА.

**Митрофанова Арина Алексеевна, Дьяченко В.В., Бескакотов А.С.,
Балега Ю.Ю., Максимов А.Ф., Растегаев Д.А.**

arishka670a@mail.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

**ОРБИТЫ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ДВОЙНЫХ.
МНОГОЛЕТНИЙ МОНИТОРИНГ НА БТА САО РАН.**

Исследование двойных звезд с маломассивными компонентами в настоящее время переживает свой подъем, благодаря миссии Gaia. В ожидании выхода Gaia DR3 мы представляем результаты долголетнего мониторинга спекл-интерферометрических двойных HIP 14524, HIP 16025, HIP 18856, HIP 28671, HIP 46199, HIP 47791, HIP 53731, HIP 60444, HIP 61100, HIP 73085. Наблюдения проводились с 2007 по 2019 на БТА САО РАН с применением спекл-интерферометра на базе EMCCD (Максимов и др., 2009). Были получены новые или уточненные орбитальные решения для исследуемых систем с использованием новых и ранее опубликованных данных. При определении фундаментальных параметров были выявлены определенные проблемы, связанные с использованием параллаксов Hipparcos и Gaia. Для систем HIP 14524, HIP 16025, HIP 28671, HIP 46199 суммы масс, найденные двумя независимыми методами, значительно отличаются друг от друга. Эта работа посвящена обсуждению данной проблемы и причинам ее возникновения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-70120.

Моисеев Артем Сергеевич, Фокин М. Ю., Комаров В. В.

moiseevart1989@gmail.com

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПИТАНИЯ СТОЙКИ Н2 И СПФ БТА.

Группа инженерного обеспечения наблюдений (ГИОН) обслуживает стационарное оборудование на основных оптических телескопах САО: БТА и Цейсс-1000. Немаловажное значение уделяется участию в разработке и изготовлении новых наблюдательных и вспомогательных систем для обеспечения наблюдений на телескопах. В частности, ранее разрабатывалась система бесперебойного стабилизированного электропитания наблюдательного оборудования для фокусов СПФ (стакан первичного фокуса) и Н2 (фокус Нэсмит-2). Система была разработана и установлена на БТА, но, к сожалению, не смогла войти в штатную эксплуатацию.

В настоящее время, в СПФ и Н2 используются ИБП (источник бесперебойного питания) типа UPS-1000, которые обеспечивают сглаживание пульсаций напряжения и, при аварийном отключении питания, работу наблюдательного оборудования в фокусах БТА в течение 10-15 минут. Этого явно не достаточно, так как на ВМП (верхняя научная площадка) нередки многочасовые отключения. Поэтому продолжает оставаться актуальной задача бесперебойного питания в фокусах БТА как в ночное, так и дневное время.

В данной работе приводится описание новой разработки, которая в настоящее время внедряется для обеспечения бесперебойной многочасовой работы стабилизированного питания наблюдательной аппаратуры БТА на базе АБП (агрегат бесперебойного питания) UPStel-R. Данная система предназначена для фокуса Н2. В случае успешной работы и введения ее в штатную эксплуатацию, можно будет распространить такие системы и на другие фокуса БТА.

Моисеева Анастасия Валерьевна (1), Романюк И.И. (1), Якунин И.А. (1,2)

amoiseeva@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Санкт-Петербургский государственный университет

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИЗБРАННЫХ МАГНИТНЫХ ЗВЕЗД.

В качестве избранных звезд в данной работе представлены магнитные сверхмедленные ротаторы. Это уникальные mSP-объекты, у которых низкая скорость вращения. На данный момент известно не более 10 таких звезд. Существование этих объектов позволяет более детально рассмотреть теорию образования и эволюцию магнитного поля у SP-звезд.

Фундаментальные параметры звезд (эффективная температура, ускорение силы тяжести, светимость, масса, радиус, возраст) также являются важной характеристикой объектов. Невозможно оценивать эволюционный статус или проводить модельные расчеты без знания физических данных об изучаемом объекте. Таким образом, в совокупности все эти данные должны помочь понять природу сверхмедленных ротаторов.

В работе представлены результаты изучения фундаментальных параметров и эволюционного статуса четырех известных сверхмедленных ротаторов: HD 965 [2019A&A...629A..39M], HD 18078 [2016A&A...586A..85M], HD 50169 [2019A&A...624A..32M], HD 201601 [2018AstBu..73..463S]. Данная работа для этих объектов была проведена впервые.

Работа поддержана грантом РФФИ 20-02-00233.

**Недялков Петко Любенов (1), Тихонов Н. (2), Галазутдинова О. (2),
Вылчева А. (1)**

japet@phys.uni-sofia.bg

(1) Кафедра Астрономии, Софийский университет им. Св. Кл. Охридского, Болгария

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ПОИСК И ФОТОМЕТРИЯ НА 2М И 1М ТЕЛЕСКОПАХ БОЛГАРИИ И РОССИИ ЯРКИХ ОБЪЕКТОВ В ГАЛАКТИКАХ МЕСТНОГО КОМПЛЕКСА

Большое поле и достаточно глубокий фотометрический предел фотопластинок 2м телескопа Цейсс-2000 обсерватории Рожен (Болгария) и 1м телескопа Цейсс-1000 САО РАН (Россия) позволяли использовать их для поисковых задач в близких галактиках.

На фотопластинках этих телескопов были определены координаты 80 сверхгигантов и 65 кандидатов в шаровые скопления в галактике М81 (Borisov et al. 1993) mC 1990 по 1992 гг. на телескопе САО РАН Цейсс-1000 Тихоновым и Недялковым на пластинках ZU21 (полоса "В") было получено 15 снимков северо-восточной части М31. При экспозиции 4 часа предел снимков был равен 22 зв. вел. Основная цель этой работы заключалась в поиске новых переменных объектов в этой, неисследованной со времен Хаббла, области. Было найдено 3 кандидата в Новые (Недялков и Тихонов 1995) среди 19 переменных объектов, ранее неизвестных (Nedialkov et al. 1996). Среди найденных трех Новых оказалась первая оптическая идентификация Новой в М31 с мягким рентгеновским источником (Nedialkov et al. 2002) и первая оптическая идентификация звездообразного источника (Nedialkov et al. 2002; Шаров и др. 1996), оказавшимся, как выяснилось позднее (Meusinger et al. 2010), не Новой звездой, а квазаром с жестким рентгеновским излучением. Фотометрия на указанных телескопах с помощью ПЗС матриц позволила доказать переменность квазара Q2203+292, находящегося на большом красном смещении $z=4.4$ (Ovcharov et al., 2008).

Сотрудничество Болгарии и России по изучению галактик продолжилось после долгого перерыва благодаря совместному болгаро-российскому проекту "Ярчайшие звезды за пределами Местной группы галактик" поддержанному РФФИ (19-52-18007) и Болгарским Фондом Научных Исследований (КП-06-Русия-2019). По плану первого года выполнения проекта, на 2м телескопе (в прямом фокусе и с фокальным редуктором FoReRo) были получены изображения в H-альфа, В и R фильтрах 48 галактик, находящихся на расстояниях до 10 Мпк. За время экспозиции снимков в 25–35 минут достигался фотометрический предел в 23 зв. вел. при отношении сигнал/шум ~ 10 . В представляемом докладе мы мы показываем предварительные результаты фотометрии объектов и обсуждаем эффективность наших работ по поиску ярчайших звезд в близких галактиках.

**Оболенцева Марта Андреевна (1), Дьяченко В.В. (2), Погодин М.А. (3),
Ховричев М.Ю. (3), Балегга Ю.Ю. (2), Бескакотов А.С. (2),
Митрофанова А.А. (2), Максимов А.Ф. (2)**

marta.obolentseva@yandex.ru

(1) Санкт-Петербургский государственный университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(3) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

HD 52721 КАК КВАДРУПОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Изучение кратности звезд Хербига как объектов молодых и массивных, находящихся на стадии до выхода на главную последовательность, не только дает информацию о параметрах двойных, но и играет важную роль в определении механизмов звездообразования. В работе представлены результаты спекл-интерферометрического исследования кратной системы HD 52721, включающей звезду Ae/Be Хербига.

Ранее система HD 52721 была известна как двойная - звезда Хербига Ae/Be с менее ярким компонентом на угловом расстоянии $\rho = 0,65''$ с разностью блеска $\Delta m = 0,95$ mag. Однако согласно новым фотометрическим данным (Pavlovskiy et al., 2015) более яркая звезда сама представляет собой тесную двойную систему с периодом $P = 1^d.610$. Для определения кратности системы и поиска новых компонент звезда наблюдалась методом спекл-интерферометрии в 2019-2020 г. на 6-м телескопе САО РАН.

В результате удалось обнаружить новый спутник у ранее известной менее яркой компоненты. С помощью пакета по обработке спектров мощности тройных систем, разработанного на базе метода опубликованного Е. А. Pluzhnik (2005), для компонентов системы были определены позиционные параметры и разности блеска. Согласно полученным результатам система HD 52721 является квадрупольной и имеет иерархическую структуру, представляющую собой пару двойных звезд.

**Пиотрович Михаил Юрьевич (1), Афанасьев В.Л. (2), Булига
С.Д. (1), Нацвлишвили Т.М. (1)**

mpiotrovich@mail.ru

(1) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА БТА-6М.

В докладе представлены основные результаты спектрополяриметрических наблюдений ряда активных ядер галактик (АЯГ) и белых карликов, выполненных на БТА-6м при помощи фокального редуктора светосилы SCORPIO в режиме спектрополяриметрии, в рамках кооперативных программ ГАО РАН и САО РАН. Основной вклад в теоретическое обоснование данных программ принадлежит Ю.Н. Гнедину.

Результаты наблюдений магнитных белых карликов показали, что при наличии магнитного поля на поверхности белого карлика известный классический процесс поглощения, индуцированного атомными столкновениями, приводит к сильной зависимости излучения белого карлика от поляризации. Были установлены два характерных вида зависимости степени поляризации от длины волны излучения.

Теория, развитая в ГАО РАН под руководством Ю.Н. Гнедина, позволила по данным спектрополяриметрических наблюдений АЯГ определить величину и распределение магнитного поля в области генерации излучения. Далее, с использованием стандартной модели аккреционного диска, были определены значения величин магнитного поля на последней устойчивой орбите в аккреционном диске и вблизи горизонта событий для ряда сверхмассивных черных дыр в АЯГ. Кроме того, на основе данных спектрополяриметрии ряда активных ядер галактик первого типа, получены оценки величины спинов сверхмассивных черных дыр в центре этих галактик.

Плохотниченко Владимир Леонидович (1), Бескин Г.М. (1,2), Карпов С.В. (1,2,3), Моисеев С.В. (1), Городовой Е.П. (1), Гутаев А.Г. (1), Де-Бур В.Г. (4), Солин А.В. (5), Солин А.А. (5), Любецкая З.В. (6), Любецкий А.П. (6), Павлова В.В. (6), Моисеев С.С. (7)

pvl@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(3) CEICO, Институт физики, Чешская академия наук, Прага

(4) ФТИ им. А.Ф.Иоффе, С-Пб

(5) Институт физики частиц высоких энергий г. Минск, Белоруссия

(6) Инженерное бюро "ЦЕВЛАП", г. Ростов на Дону

(7) ИП Моисеев, г. Таганрог

МНОГОМОДОВЫЙ ПАНОРАМНЫЙ ФОТОСПЕКТРОПОЛЯРИМЕТР ВЫСОКОГО ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Описывается аппаратный комплекс (МРРР) для поиска и изучения переменности блеска астрофизических объектов с временным разрешением 10^{-6} с. Его основой является фотоспектрополяриметр, в котором используются дистанционно устанавливаемые оптические блоки, позволяющие проводить наблюдения в пяти модах — без фильтров, многополосной, фотополяриметрической, спектральной и спектро-поляриметрической. Два фотоприёмных устройства (ФПУ) на основе координато-чувствительных детекторов (КЧД) с мультищелочным и арсенид-галлиевым фотокатодами, снабженных микроканальными пластинами (МКП), а также EMCCD-камера позволяют исследовать переменность объектов в поле размером до $1'$. Система регистрации Квантохрон 4-48 на линии с компьютером накапливает наблюдательные данные — последовательности кодов зарегистрированных ФПУ фотонов с временным разрешением и точностью привязки к мировому времени в $1\mu\text{s}$, а EMCCD-камера — изображения поля зрения с субсекундным временным разрешением, полученные синхронно с ФПУ. Описываемый аппаратный комплекс, установленный в первичном фокусе БТА,

используется в наблюдениях вспыхивающих звезд, пульсаров, рентгеновских источников и других нестационарных объектов с блеском вплоть до 22 зв.величины, как и для поиска оптических вспышек в пустых полях.

**Пустильник Семен Аронович (1), Егорова Е.С. (2), Князев А.Ю. (2,3,4),
Перепелицына Ю.А. (1), Теплякова А.Л. (1), Chengalur J.N. (5)**

sap@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(3) South African Astronomical Observatory, Capetown, South Africa

(4) SALT, Capetown, South Africa

(5) National Centre for Radio Astrophysics, TIFR, Pune, India

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК В ПУСТОТАХ

Доклад состоит из 2-х частей. В 1-ой части представлен обзор наиболее интересных результатов по свойствам галактик, населяющих близкие пустоты. В частности, по сравнению с аналогичными галактиками в более плотном окружении, они показывают систематически пониженную металличность и повышенную массовую долю газа, что указывает на замедленную эволюцию галактик пустот.

Во 2-ой части представлены свежие результаты текущего проекта поиска и исследования наиболее необычных галактик в пустотах. Среди наименее массивных галактик близких пустот найдено около дюжины необычных объектов с металличностью газа менее $Z_0/30$ (eXtremely Metal Poor, ХМР галактики), частично напоминающие галактику-прототип IZw18 с металличностью $Z=Z_0/30$. Для них характерны подавляющий вклад газа в их барионную массу и некосмологический возраст основного звездного населения. Морфологически большинство из них являются карликами низкой поверхностной яркости и их темп звездообразования на порядки ниже, чем для IZw18. Эти необычные галактики являются наилучшими кандидатами в предсказанные в моделях Very Young Galaxies.

**Романюк Иосиф Иванович, Кудрявцев Д.О., Семенко Е.А.,
Якунин И.А., Моисеева А.В.**

roman@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД, ВЫПОЛНЕННЫХ НА 6-М ТЕЛЕСКОПЕ В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

На 6-м телескопе выполняется обширная программа наблюдений магнитных полей звезд различных видов. В последние 10-15 лет Программный комитет выделял ежегодно на указанные работы около 15% наблюдательного времени на БТА.

Основные программы:

1) исследования магнитных полей химически пекулярных звезд (САО РАН); 2) магнитные поля и быстрая переменность горячих звезд (СПБГУ); 3) магнитные поля звезд типа Т Тау (ГАИШ МГУ); 4) ряд совместных программ с зарубежными коллегами.

Получено более 10 тысяч спектров с зеемановским анализатором конструкции Г.А. Чунтонова.

Основные программы и результаты САО РАН

1. Найдено более 200 новых магнитных СР-звезд, что составляет примерно 40% от их общего количества.

2. Исследованы магнитные поля СР-звезд в рассеянных скоплениях разного возраста. Найдено, что в ассоциации молодых звезд Орион ОВ1 доля магнитных звезд относительно нормальных резко падает с увеличением возраста

3. Найдены и исследованы супермедленные магнитные ротаторы - звезды с периодами вращения годы и десятилетия. Существование сильных магнитных полей у них является убедительным доказательством

того, что поля образовались на ранних стадиях эволюции вместе со звездой.

Работа поддержана грантами РФФИ 15-02-00406, 18-29-21030, 20-02-00233.

**Романовская Анна Михайловна (1), Рябчикова Т.А. (1), Шуляк Д.В.
(2)**

annarom@inasan.ru

(1) *Институт астрономии Российской академии наук*

(2) *Институт исследований Солнечной Системы им. Макса Планка, Гёттингенский университет, Гейдельберг, Германия*

СРАВНЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АР-ЗВЕЗД, ПОЛУЧЕННЫХ ПО СПЕКТРОСКОПИИ И ПО ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Проведено сравнение фундаментальных параметров Ар-звезд (эффективная температура, радиус, светимость), определенными по спектральным наблюдениям, с параметрами, полученными прямым методом интерферометрии. В рамках исследования определены фундаментальные параметры атмосфер для 6-ти Ар-звезд: HD 108662, HD 111133, HD 118022, HD 153882, HD 188041 и HD 204411. Еще для 5 звезд данные взяты из литературных источников. Определения параметров звезд исследования и звезд из литературных источников основаны на самосогласованном анализе спектров высокого разрешения и спектрофотометрических наблюдений в широком диапазоне длин волн с учетом магнитных полей и аномального химического состава атмосфер. Также учитывалось для звезд с температурами до 10000 К неоднородное распределение по глубине атмосферы химических элементов Cг и Fe, линии которых дают основной вклад в линейчатое поглощение. Сравнение фундаментальных параметров атмосфер звезд, полученных по анализу спектров и наблюдаемого распределения энергии, с данными по интерферометрии для звезд программы показало, что радиусы, температуры и светимости согласуются в пределах ошибок измерений. Этот факт позволяет использовать спектроскопические наблюдения для получения точных величин фундаментальных параметров не только для ярких Ар-звезд, но и для более слабых Ар-звезд, где интерферометрические наблюдения пока невозможны. Результаты

исследования приняты к печати в работе K. Perraut et al., A&A, 2020, accepted.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-32-90147 Аспиранты.

Саванов Игорь Спартакович

isavanov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

ОБ ОБЪЕКТАХ ТИПА FK COM СРЕДИ ЗВЕЗД СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ A-F

В последние годы значительно возрос интерес к быстровращающимся одиночным гигантам поздних спектральных классов, само существование которых является исключением из общего правила медленного осевого вращения гигантов, предсказываемого теорией звездной эволюции. Природа объектов с такими свойствами остается невыясненной. Гипотезы их образования предполагают проявления действия процессов, связанных со слиянием компонент в тесной двойной системе, с резким гипотетическим выносом углового момента из недр звезды, с передачей момента вращения из околосредного окружения и проч. Звезды типа FK Com несомненно занимают первые места в списке такого рода объектов. Они образуют крайне малочисленную группу одиночных, быстровращающихся, хромосферно-активных звезд спектральных классов G-K. Кроме самого прототипа - звезды FK Com, к их числу в настоящее время относят еще лишь две звезды - ET Dra (BD +70 959) и HD 199178.

В последние годы фотометрические наблюдения звезд этого типа проводятся в ИНАСАН с помощью роботизированных телескопов Звенигородской обсерватории и Терскольского филиала ИНАСАН, спектральные наблюдения – с помощью 2 метрового телескопа Цейсс Терскольского филиала ИНАСАН и спектрополяриметрические наблюдения – на 6 метровом телескопе САО РАН.

Ранее по данным архива космического телескопа Кеплер мы провели исследования с целью выявления кандидатов звезд типа FK Com на основе исследования их фотометрической переменности. Были выбраны звезды, параметры которых соответствуют объектам типа FK Com (по

температурному диапазону, ускорению силы тяжести и периоду вращения) среди звезд (гигантов и субгигантов) спектральных классов G-K. Аналогичный анализ выполняется нами в настоящее время для звезд спектральных классов A – F.

После предварительного выбора по результатам анализа фотометрических наблюдений с космическим телескопом Кеплер нами были отобраны 3 объекта. Наиболее подробно исследована звезда KIC 2010414 ($T_{\text{эфф}} = 7484 \text{ K}$, $\log g = 3.482$, $P_{\text{phot}} = 2.5564 \text{ сут.}$), которая может рассматриваться, как потенциальный кандидат для включения в число горячих звезд типа FK Com. Как и для других кандидатов, для KIC 2010414 требуются дополнительные спектральные наблюдения, в том числе с целью анализа постоянства лучевой скорости звезды.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-12-00423).

Саркисян Аркадий Норайрович (1), Шолухова О.Н. (1), Фабрика С.Н. (1), Валеев А.Ф. (1), Винокуров А.С.(1), Соловьева Ю.Н. (1)

ars@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

МОНИТОРИНГ LBV КАНДИДАТОВ В ГАЛАКТИКЕ М31 НА БТА

Приводятся результаты спектрального и фотометрического мониторинга избранных ярких голубых переменных (Luminous Blue Variables, LBV) и LBV кандидатов в галактике М31. Исследовались три LBV кандидата J004051.59+403303.0, J004341.84+411112.0, J004526.62+415006.3, у которых ранее нами был подтвержден статус LBV. Мониторинг проводился с 2011 по 2019 г. на 6-м телескопе БТА при помощи фокального редуктора первичного фокуса SCORPIO. Объекты показали характерные для LBV изменения спектров и блеска. Мы также оценили их параметры в различных состояниях по спектральным распределениям энергии и получили хорошее соответствие болометрических светимостей исследуемых объектов со светимостями известных LBV в галактике М31.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-52-18007.

Сачков Михаил Евгеньевич

msachkov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

НАЗЕМНАЯ АСТРОСЕЙСМОЛОГИЯ В КОСМИЧЕСКУЮ ЭПОХУ

Последнее десятилетие ознаменовано настоящим прорывом в области астросейсмологии в связи с работой космических миссий COROT, KEPLER, TESS и других. Орбитальные телескопы позволяют получать уникальные данные благодаря проведению внеатмосферных, а значит свободных от влияния атмосферы Земли на качество изображения, наблюдений. Кроме того, ряд миссий позволяет получать длительные ряды наблюдательных данных без перерыва “день-ночь”, что важно при фурье анализе периодических процессов. Можно говорить о “везении” для астрофизиков, работающих в области астросейсмологии: указанные миссии были нацелены в первую очередь на крайне популярные исследования экзопланет, но схожесть методики наблюдений экзопланет и пульсирующих звезд позволила получить уникальные данные в обеих областях науки. Между тем, наземные астросейсмологические исследования не потеряли своей актуальности. Наиболее слабые объекты доступны только крупнейшим наземным телескопам. А такое направление как спектральная астросейсмология до настоящего времени реально развивается только с помощью наземных инструментов. В настоящей работе обсуждаются результаты и перспективы наземной астросейсмологии.

Сильченко Ольга Касьяновна

olga@sai.msu.su

Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

НАБЛЮДЕНИЯ ЛИНЗОВИДНЫХ ГАЛАКТИК НА 6-МЕТРОВОМ ТЕЛЕСКОПЕ САО РАН

Исторический обзор результатов спектральных наблюдений линзовидных галактик ближней Вселенной на БТА за последние 35 лет. Линзовидные галактики - второй по встречаемости морфологический тип галактик в ближней Вселенной после спиральных. Их происхождение и эволюция на данный момент выглядят еще загадочнее и противоречивее, чем эволюция эллиптических и спиральных галактик. Спектральные наблюдения на БТА дали огромный вклад в формирование современных представлений об эволюции S0s. В докладе будут упомянуты следующие фундаментальные открытия, сделанные по результатам наблюдений на БТА: открытие молодых звездных ядер в 50% ближних S0s (сканер БТА, 1989-1990, MPFS/БТА 2006), открытие химически выделенных звездных ядер в галактиках ранних типов (MPFS/БТА, 1992+), открытие околядерных полярных газовых дисков (MPFS/БТА, 2000-2004), доказательство старого возраста и быстрого формирования более 10 млрд лет назад для крупномасштабных звездных дисков S0s в группах и скоплениях (длинная щель, 2012), массовое явление противовращающихся протяженных газовых дисков и, следовательно, малого мержинга, в изолированных S0s (длинная щель, 2013-2014), связь геометрии аккреции внешнего холодного газа на S0s и явления внешних колец с текущим звездообразованием (длинная щель, 2011, сканирующий Фабри-Перо, 2019), эволюционные свойства толстых звездных дисков в S0-галактиках, видимых с ребра (длинная щель, 2016-2020).

Поддержана частично грантом РФФИ 18-02-00094.

Смирнова Ксения Ильдаровна (1), Вибе Д. З. (2), Моисеев А. В. (3), Jozsa G. I. G. (4)

Arashu@rambler.ru

(1) Уральский Федеральный Университет

(2) Институт астрономии Российской академии наук

(3) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(4) South African Radio Astronomy Observatory

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ В ПЕКУЛЯРНЫХ ГАЛАКТИКАХ NGC 660, NGC 1512, NGC 4395 И NGC 4618

Приводятся результаты исследования пекулярных галактик NGC 660, NGC 1512, NGC 4395 и NGC 4618 в следующих диапазонах: инфракрасный (Spitzer, WISE, Herschel), ультрафиолетовый (GALEX), оптический (БТА) и радио (WSRT). В данных галактиках были выделены области звездообразования (ОЗО), и методом апертурной фотометрии получены потоки в рассматриваемых диапазонах. В качестве галактики сравнения использована NGC 628, имеющая большое количество выделенных визуально ОЗО. Показано, что в галактиках с признаками недавнего взаимодействия NGC 660 и NGC 1512 поверхностная яркость комплексов звездообразования в УФ и ИК диапазонах оказывается существенно ниже, чем в галактике сравнения (при этом в периферийной области NGC 1512 ОЗО, излучающие в ближнем ИК диапазоне, вовсе отсутствуют); в асимметричных галактиках NGC 4395 и NGC 4618 поверхностная яркость ОЗО в ИК диапазоне не отличается от поверхностной яркости ОЗО в «нормальных» галактиках, но поверхностная яркость ОЗО из этих галактик в УФ диапазоне превышает аналогичную яркость ОЗО в галактиках сравнения (однако физические размеры ОЗО в двух этих галактиках оказываются меньше размеров ОЗО и во взаимодействующих галактиках, и в галактике сравнения); в ОЗО кольца галактики NGC 660 поток излучения атомарного водорода на длине волны 21 см сопоставим или превышает поток в ОЗО из галактики

сравнения (при существенно более низких ИК потоках). Разброс скоростей в линии $\text{H}\alpha$ растет с увеличением потока в этой линии; разброс скоростей в линии HI от потока в этой линии не зависит.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-32-50063.

**Соков Евгений Николаевич (1,2), Сокова И. (1,2), Бурданов А. (3,4),
Venni P. (5), Валявин Г. (2,6), Дьяченко В. (6), Бескакотов А. (2,6),
Митрофанова А. (6), Антониук К. (7), Pakstiene E. (8)**

jenias06@gmail.com

(1) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

(2) Санкт-Петербургский государственный университет

(3) Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology

(4) Instituto de Astrofísica de Canarias

(5) Acton Sky Portal (Private Observatory)

(6) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(7) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

(8) Institute of Theoretical Physics and Astronomy, Vilnius University

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ EXPANSION. ОБНАРУЖЕНИЕ БУРОГО КАРЛИКА GPX-1B.

С развитием международного наблюдательного проекта EXPANSION (EXoPlanetary trANsit Search with an International Observational Network) появляются новые объекты для исследований. В проекте проводится активное изучение экзопланет, подозреваемых в нелинейном тайминге транзитов, а также кандидатов в экзопланеты, благодаря наблюдениям большой сети телескопов, находящихся в разных точках Земли.

Результатом последнего сотрудничества проекта EXPANSION и проекта обзора вдоль галактической плоскости GPX (the Galactic Plane eXoplanet) стало открытие GPX-1 b, транзитного коричневого карлика с массой $19,7 \pm 1,6 M_{\text{Юр}}$ и радиусом $1,47 \pm 0,10 R_{\text{Юр}}$, первого субзвездного объекта, обнаруженного обзором GPX. Коричневый карлик проходит по диску умеренно яркой ($V = 12,3 \text{ mag}$) быстро вращающейся звезды F-типа с прогнозируемой скоростью вращения $v \sin i^* \sim 40 \text{ км/с}$, эффективной температурой $7000 \pm 200 \text{ К}$, массой $1,68 \pm 0,10 M_{\odot}$, радиусом $1,56 \pm 0,10 R_{\odot}$ и примерным возрастом $0,27 \pm 0,12 \text{ млрд лет}$. GPX-1 b имеет орбитальный период $1,744579 \pm 0,000008 \text{ суток}$.

Изучая данный объект, мы провели фотометрические и спекл-интерферометрические наблюдения, а также спектроскопические измерения на спектрографе SOPHIE, которые позволили нам установить присутствие субзвездного объекта, обращающегося вокруг родительской звезды.

GPX-1b - один из примерно двух десятков транзитных коричневых карликов, известных на сегодняшний день, с массой, близкой к теоретической границе перехода массы между коричневым карликом и газовой планетой-гигантом.

Фотометрические исследования поддержаны грантом РФФ № 19-72-10023

**Соловьева Юлия Николаевна (1), Винокуров А.С. (1), Атапин К.Е. (2),
Фабрика С.Н. (1, 3)**

solovyeva@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(3) Казанский (Приволжский) федеральный университет

ПОИСК МАССИВНЫХ ЗВЁЗД В ГАЛАКТИКЕ NGC 4449

Мы представляем исследование новых LBV-кандидатов из галактики NGC 4449, абсолютные звёздные величины которых ярче -8 mag. Спектры объектов содержат широкие и яркие эмиссионные линии водорода и гелия He I, имеющие профили P Cyg, множество эмиссионных линий железа Fe II, что также наблюдается в спектрах подтверждённых LBV звёзд. Исследуя линии водорода окружающих объекты туманностей, мы оценили значения межзвёздного поглощения, а также оценили значение температуры фотосферы объектов. Все объекты находятся рядом со звёздными ассоциациями, для которых получены оценки возрастов.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-52-18007.

Холтыгин Александр Федорович (1), Батраков А.А. (1), Валеев А.Ф. (2), Костенков А.Е. (1,2), Фабрика С.Н. (2), Циопа О.А. (3)

afkholtygin@gmail.com

(1) Санкт-Петербургский государственный университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(3) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

СВЕРХБЫСТРАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ В СПЕКТРАХ ЯРКИХ ОВА ЗВЕЗД: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Регулярные вариации профилей линий с периодами от часов до суток в спектрах всех звезд ОВА хорошо известны. Недавние наблюдения А0 сверхгиганта HD 92207 с использованием спектрографа низкого разрешения FORS 2 в спектрополяриметрической моде на 8-метровом телескопе VLT (Hubrig et al. 2014), показали возможность обнаружения быстрых вариаций профиля различных линий на минутной временной шкале. Для поиска и анализа быстрой спектральной переменности нами был организован большой наблюдательный проект по поиску сверхбыстрых вариаций профилей линий в спектрах ОВА звезд. В результате анализа наблюдений, полученных с помощью многорежимного фокусного редуктора SCORPIO на 6-метровом телескопе БТА, были обнаружены быстрые изменения в профилях линий в спектрах звезд HD 93521 (O9.5III), rho Leo (B1Iab), alf2 CVn (A0spe), HD 21839 (A0Ia) и HD 137422 (A2III) с амплитудами 1-2% от уровня континуума. Анализ вариаций профилей показал присутствие как регулярных компонент с периодами от 1 до 90 минут, которые могут быть связаны с высокими модами нерадиальных пульсаций, так и быстрых нерегулярных измерений профилей. Выполненные нами спектральные наблюдения rho Leo на 1.25-м телескопе Крымской астрономической станции Астрономического института им. Штернберга МГУ показали возможность обнаружения быстрых спектральных вариаций при использовании телескопов умеренного размера. Наличие быстрой спектральной изменчивости ОВА звезд систематически не изучалось и может иметь решающее значение для

современного теоретического понимания физики звезд ранних спектральных классов. Обсуждаются планы по увеличению количества наблюдательных площадок и инструментов, используемых для наблюдений ОВА звезд со сверхвысоким временным разрешением.

**Шиманский Владислав Владимирович (1), Борисов Н.В. (2),
Сахибуллин Н.А. (1)**

Slava.Shimansky@kpfu.ru

(1) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКИ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА БТА САО

Представлены результаты 20-летнего цикла исследований маломассивных двойных систем разных типов: предкатаклизмических (PB) и катаклизмических (CV) переменных и двойных вырожденных объектов (DD). Работы выполнены с применением модельного анализа спектроскопических наблюдений на БТА САО и фотометрических наблюдений на Цейсс-1000 САО и РТТ-150. Проведена внутренняя классификация PB с выделением групп старых и молодых систем с sdB- и sdO-субкарликами. Для всех типов объектов разработаны методы численного моделирования и анализа оптического излучения, позволяющие проводить их точную классификацию, определять механизмы формирования излучения, наборы фундаментальных параметров и химический состав компонент. Установлено полное соответствие характеристик белых карликов и горячих субкарликов в PB прогнозом современной теории звездной эволюции. Впервые обнаружен и объяснен избыток светимости вторичных компонент PB с sdO-субкарликами. Найдены систематические избытки радиусов холодных звезд в системах с sdB-субкарликами. Получены оценки аномалий химического состава компонент PB, обусловленные действием ядерного синтеза в ходе их эволюции. Впервые разработан и реализован метод одновременного определения всех параметров CV на основе моделирования их оптических спектров. Разработаны и применены новые методы классификации и нахождения параметров DD, применяющие численное моделирование их кривых блеска и оптических спектров. При

выполнении работ полностью изучено около 85 тесных двойных систем разных типов.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-42-160003.

**Шолухова Ольга Николаевна (1), Саркисян А. (1), Соловьева Ю. (1),
Фабрика С. (1, 2)**

olgasao@mail.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

ПОИСК LBV ЗВЕЗД В ДАЛЕКИХ И БЛИЗКИХ ГАЛАКТИКАХ

Мы рассматриваем методы поиска ярких голубых переменных (LBV) звёзд в близких и далеких галактиках. В область наших интересов входят галактики M31 и M33, где мы проводим поиск и изучение LBV-звезд и кандидатов в такие объекты уже более 20 лет на телескопе БТА. Мы представим новые результаты мониторинга некоторых объектов.

В галактиках Местного объёма поиски LBV-звезд начаты совсем недавно. Нами обнаружено 9 LBV кандидатов в пяти галактиках. Получены их спектры и фотометрические оценки. Для трех объектов найдена переменность блеска. Мы оценили значения межзвёздного поглощения и температуру фотосферы объектов. Основываясь на полученных данных, мы обсуждаем возраст и возможный эволюционный статус изученных звезд.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-52-18007.

Shugarov A.S., Sachkov M.E., Shustov B.M., Sichevsky S.G., Shmagin V.E., Iosipenko S.V., Arkhangelsky R.N., Buslaeva A.I.

shugarov@inasan.ru

Institute of Astronomy, Russian Academy of Sciences

UV IMAGING ASTRONOMY: SYNERGY OF THE WSO-UV FIELD CAMERA UNIT AND GROUND BASED TELESCOPES

The Field Camera Unit (FCU) is one of the focal plane instruments aboard the WSO-UV telescope, a 1.7 m UV optimized instrument that will investigate numerous astrophysical phenomena from planetary science to cosmology.

The FCU will perform Far UV, Near UV and diffraction limited optical imaging with spatial resolution up to 0.1 arcsec in both wide and narrow band filters using two channels: MCP-based Far UV channel and a CCD-based Near UV channel.

The Far UV channel is equipped with photon counting MCP detector with CsI photocathode sensitive in the range of 115–176 nm, with 3k pixels (round) effective optical resolution, 0.1 arcsec optical resolution with field of view of 162 arcsec. In the Far UV range FCU provides few long pass filters (F115LP, F125LP, F140LP, F150LP, F165LP), clear aperture to utilize the full spectral range of CsI photocathode, possibility of low-resolution field spectroscopy.

The Near UV range is equipped with CCD back illuminated detector, optimized for UV range. The total field of view of the channel is 450 arcsec (round), 3k pixels with 0.146 arcsec/pixel scale. In Near UV range FCU provides both wide, narrow and long pass filters (F185W, F232N, F336W, F250LP, F255W, F280N F308N). In addition FCU has few filters in optical and Near IR range (F438W, F555W, F606W, F656N, F673N, F814W).

In this paper, we briefly describe the FCU design and its optical system, scientific performance and possible operation together with large ground base

telescope, such as Zeiss 2000 (Terskol observatory, INASAN) and BTA (SAO RAS).

РАДИОАСТРОНОМИЯ

Бондаренко Ю.С., Маршалов Д.А., Вавилов Д.Е., Медведев Ю.Д.

[*bondarenko@iaaras.ru*](mailto:bondarenko@iaaras.ru)

Институт прикладной астрономии Российской академии наук

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ
АСТЕРОИДОВ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ НА
РАДИОТЕЛЕСКОПАХ РСДБ-СЕТИ КВАЗАР-КВО**

В институте прикладной астрономии РАН регулярно проводятся международные радиолокационные наблюдения астероидов, сближающихся с Землей. Такие наблюдения предполагают наличие передающей и приемной антенных систем, высокочувствительной аппаратуры для регистрации эхо-сигналов и программного комплекса для подготовки наблюдений и обработки полученных данных. Источниками радиосигналов выступают 70-метровая антенна центра дальней космической связи «Голдстоун» (США) и 305-метровый радиотелескоп, расположенный в обсерватории «Аресибо» (Пуэрто-Рико), оснащенные мощными излучателями. Регистрация отраженных от астероидов сигналов осуществляется с использованием 32-метровых радиотелескопов российской РСДБ-сети Квазар-КВО.

Первые успешные радиолокационные наблюдения были проведены в июле 2015 года в сотрудничестве с Лабораторией реактивного движения Калифорнийского технологического института (США). Объектом исследования стал потенциально опасный астероид 2011 UW158 в период его тесного сближения с Землей. С тех пор удалось зарегистрировать эхо-сигналы от астероидов 2003 TL4, 2003 YT1, 2014 JO25, 2003 BD44, 3122 Florence, 2017 VR12, 2003 SD220 и 1998 OR2. При обработке и анализе этих наблюдений были оценены размеры, форма, особенности вращения и уточнены элементы орбит исследуемых астероидов. Полученные в результате наблюдений радиолокационные свойства поверхности позволили определить спектральные классы астероидов и уточнить информацию о рельефе.

Брылякова Елена Андреевна (1,2), Тюльбашев С.А. (1)

elinxt@bk.ru

(1) Пуцунская радиоастрономическая обсерватория (ПРАО АКЦ ФИАН)

(2) Пуцунский государственный естественно-научный институт (ПуцГЕНИ)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСОВ RRAT J0139+3310

Вращающиеся радиотранзиенты (Rotating Radio Transient - RRAT), являющиеся пульсарами, у которых отсутствует подавляющая часть импульсов, открыты в 2006 году. Между обнаруживаемыми импульсами RRAT может проходить от нескольких минут до нескольких часов. До сих пор неясно, являются ли эти пульсары такими же объектами, как канонические пульсары.

Для проверки гипотезы о том, что обнаруживаемые импульсы RRAT являются гигантскими импульсами канонических секундных пульсаров, был взят RRAT J0139+3310, распределение импульсов которого сравнивалось с распределением энергии импульсов PSR B0320+39.

Данные записывались на 32-канальном цифровом приемнике с общей полосой пропускания 2.4 МГц (диапазон рабочих частот приемника 109.04 – 111.46 МГц, по 78 кГц на канал, с частотой опроса $\tau = 12.5$ мс).

С использованием 3-летних мониторинговых наблюдений был проведен слепой поиск импульсов RRAT J0139+3310 и PSR B0320+39 и получено распределение энергии импульсов. Для RRAT J0139+3310 распределение строилось по обнаруженным 509 импульсам ($S/N \geq 6$), найденным за 933 дней. Для PSR B0320+39 было найдено 69457 импульсов ($S/N \geq 6$) за 885 дней.

Получены распределения импульсов пульсара и RRAT по энергиям в единицах S/N . В полученные распределения делалось вписывание логарифмической и степенной зависимостей. Оказалось, что для пульсара B0320+39 основная часть распределения хорошо описывается логнормальным законом, а для RRAT J0139+3310 распределение импульсов по энергиям – степенное, что характерно для пульсаров с гигантскими импульсами.

Бурсов Николай Николаевич (1), Трушкин С.А. (1,2), Кудряшова А.А.(1), Нижельский Н.А. (1), Цыбулев П.Г.(1), Борисов А.Н.(1)

nnb@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

ИСТОЧНИКИ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РАТАН-600 НА СКЛОНЕНИИ КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ

Приводятся результаты измерений радиоисточников обнаруженных при проведении чувствительного обзора на Западном секторе РАТАН-600 на склонении Крабовидной туманности (+22 град). Наблюдения выполнены на трехлучевом комплексе радиометров на частоте 4.7 ГГц с шириной полосы 600 МГц в период времени 05.2018 — 05.2019 гг. Область обзора составила около 300 кв. град. без учета пересечения лучей (0.7% всего неба)

В результате применения оригинальной методики обработки обнаружены около 2000 радиоисточников. Более половины источников имеют плотность потока менее 10 мЯн, минимальная плотностью потока составляет 2 мЯн. Все источники отождествлены с основными радиокаталогами неба из базы данных CATS (O.V.Verkhodanov et al, 2001), с учетом которых были построены спектры. Пиковое распределение спектральных индексов радиоисточников $\alpha \sim -0.8$ ($S_\nu \sim \nu^\alpha$). В базе данных CATS приведены измерения на частотах > 1400 МГц для менее 10% источников нашего списка. Измерения источников на РАТАН-600 позволили получить данные для всех обнаруженных источников на частоте 4.7 ГГц и впервые построить спектры для четверти всех источников, для трети уточнить и для остальных дополнить.

Для всего списка проведено оптическое отождествление с SDSS каталогом для 72% источников. В результате 49% источников отождествлены с галактиками, 7% с квазарами, 38% со звездообразными объектами и 6% - пустые поля.

Яркие источники обзора исследовались на долговременную переменность (на масштабах одного года). У нескольких источников обнаружена значимая переменность (в несколько раз).

Дзапарова Ирина Майрамовна (1, 2), Новосельцева Р.В. (1), Кочкаров М.М. (1), Куреня А.Н. (1), Новосельцев Ю.Ф. (1), Петков В.Б. (1, 2), Стриганов П.С. (1), Унатлоков И.М. (1), Янин А.Ф. (1)

dzaparova@yandex.ru

(1) *Институт ядерных исследований РАН, Баксанская нейтринная обсерватория*

(2) *Институт астрономии Российской академии наук*

РЕГИСТРАЦИЯ ПОТОКА НЕЙТРИНО ОТ ВЗРЫВОВ СВЕРХНОВЫХ НА БПСТ

Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп (БПСТ) работает по программе поиска нейтринных вспышек с середины 1980 года. В качестве мишени мы используем две части установки с массами 130 тонн (внутренние плоскости) и 110 тонн (внешние плоскости), которые используются как два независимых детектора. Для регистрации потока электронных антинейтрино используется реакция обратного бета распада.

За период с 30.06.1980 по 31.12.2019 чистое время наблюдения составило 33.95 лет. За это время не было зарегистрировано ни одного события - кандидата на нейтринную вспышку. Это приводит к значению верхней границы средней частоты гравитационных коллапсов звезд в Галактике 6.78 в столетие на 90% уровне достоверности.

Бетельгейзе, ближайший к нам (600-700 световых лет) красный сверхгигант, традиционно рассматривается как потенциальный кандидат на вспышку сверхновой. В феврале 2020 года наблюдалось максимальное падение яркости звезды за последние 25 лет наблюдений. И хотя пульсации внешних слоев не отражают процессы, происходящие в центральных областях звезды, и данное снижение яркости Бетельгейзе не указывает однозначно на скорый взрыв звезды, это событие вызвало повышенный интерес среди участников проекта SNEWS (Supernova Early Warning System). Баксанский телескоп в настоящее время рассылает алерты для коллаборации БПСТ, и уже проводятся работы для подключения БПСТ в сеть SNREWS в ближайшем будущем.

Желенкова Ольга Петровна

zhe@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДЖЕТА МОЩНЕЙШЕЙ РАДИОГАЛАКТИКИ RC J0311+0507 НА $Z=4.51$ С ОКРУЖЕНИЕМ

Уникальная радиогалактика RC J0311+0507 (4C+04.11), самая далекая ($z = 4.51$) из обнаруженных в программе «Большое Трио», имеет экстремальную радиосветимость на 500 МГц $L \sim 3 \times 10^{29} \text{ W Hz}^{-1}$. Карты RC J0311+0507 с высоким угловым разрешением, полученные на MERLIN и EVN, показывают сложную структуру источника — до 8 деталей малого размера, при видимой его протяженности ($LAS = 2.8 \text{ arcsec}$), практически совпадающей с размерами оптической галактики. Деталь с самым плоским радиоспектром - ядро радиоисточника, чье положение определено с точностью 2 mas. Для объекта получены глубокие снимки на БТА, UKIRT, имеются архивные данные Subaru и Spitzer. В оптическом диапазоне вид и размер галактики меняется от фильтра к фильтру. Максимальный размер в узкополосном фильтре NL671 (Subaru) — 9 arcsec, что дает оценку размера L_{α} -оболочки - 60 кпс. Проведена астрометрическая привязка по SDSS-объектам и определен центр родительской галактики для кадров во всех имеющихся фильтрах (RMS=50-100 mas). Координаты центра галактики в полосах K, 3.6 мкм и 4.5 мкм в пределах ошибок привязки совпадают с ядром радиоисточника (основанием джета), а в полосах I и R и SED707 и SED655 центр сдвинут от ядра по оси радиоджета на 400 mas и 600 mas соответственно. Смещение координат центра родительской галактики в разных полосах, как мы полагаем, связано со взаимодействием джета с окружающей средой.

Желенкова Ольга Петровна

zhe@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ РАДИОИСТОЧНИКОВ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ ОБЗОРОВ НЕБА (НА ПРИМЕРЕ НЕОТОЖДЕСТВЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ 3CR КАТАЛОГА)

Источники Кембриджского обзора - одна из самых исследованных выборок радиоисточников. Отождествлять 3CR-источники начали с 60-х годов прошлого века. Одна из основных причин, что отождествления выполнялись столь длительное время, связана с большой неопределенностью координат 3CR-объектов. Для большинства 3CR-источников получены радиокарты с высоким угловым разрешением (<1 arcsec). Практически для всех объектов имеются глубокие оптические снимки на крупных телескопах, включая и космический телескоп HST (Hubble Space Telescope), а также наблюдения в инфракрасном и рентгеновском диапазонах. Красные смещения определены для 92% источников из 298 объектов, включенных в последнюю третью редакцию каталога. Оставшиеся неотожествленными источники были отнесены к галактикам со скрытыми, затененными пылью активными ядрами. Большинство объектов каталога 3CR относятся к мощным радиоисточникам FR II-типа, из которых 73% -- радиогалактики и 19% -- квазары, 1% -- BLLac, 7% -- тип родительской галактики не определен.

Последние исследования Массаро и др. (2016) 25 неотожествленных 3CR-источников позволили обнаружить в рентгеновском диапазоне и/или в ИК-полосах обзора WISE напарников еще для 13 объектов. Используя обзоры SDSS, UKIDSS, PANSTARRS, WISE, архивные данные NOAO и NRAO выполнена работа по поиску родительских галактик для этих 25 радиоисточников. Мы повторили отождествления для 13 объектов из работы Массаро и др. (2016), чтобы обнаружить напарников в оптическом диапазоне. Нам удалось

отождествить 22 источника. Три объекта попали в пустые поля при глубине используемых оптических кадров в полосе r до 23.5–24.5 зв. величины.

**Желенкова Ольга Петровна (1), Майорова Е.К. (1), Темирова А.В. (2),
Бурсов Н.Н. (1)**

zhe@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) СПбФ САО РАН

МНОГОДИАПАЗОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОИСТОЧНИКОВ ЭКСПЕРИМЕНТА ХОЛОД

Имеющиеся и проводящиеся обзоры в оптическом, инфракрасном и радио диапазонах, которые покрывают большие по площади области неба, позволяют исследовать не только отдельные яркие объекты, но всю популяцию внегалактических радиоисточников в целом. Так оптическое отождествление радиоисточников, обнаруженных в нескольких циклах эксперимента Холод, который проводился на радиотелескопе РАТАН-600 в 1980-1999 гг., началось на 6-м телескопе БТА сразу же после получения первых результатов – по выборкам каталога RC (RATAN Cold). Но массовое отождествление радиоисточников эксперимента Холод, вошедших в каталог RCR (RATAN Cold Refined), было проведено только после появления современных оптических обзоров неба SDSS, PanSTARRS, LS, DES с предельной звездной величиной в полосе r – 22.2, 23.2, 23.9 и 24.1, соответственно, а также обзоров инфракрасного диапазона LAS UKIDSS и WISE с использованием радиокарт обзоров FIRST, TGSS, GLEAM, NVSS и GB6. Источники каталога RCR являются полной по плотности потока до 15 мЯн выборкой на 3.94 ГГц, и глубина обзоров оказалась достаточной для надежного обнаружения родительских объектов у 90% источников. По полученным оценкам радиосветимости только 3% RCR-источников относятся к FR I-типу, а остальные - к более мощным радиогалактикам FR II типа. По отношению абсолютной звездной величины в полосе r к радиосветимости на 1.4 ГГц проведено сравнение этого параметра для RCR-источников с установленным типом родительского объекта - галактика или квазар. Оказалось, что величина отношения у квазаров, где согласно унифицированной модели активное

ядро (АЯГ) не экранируется пылевым тором, остается почти одинаковой и не зависит от радиосветимости. В то время как у радиогалактик, где АЯГ экранируется, отношение имеет минимальную величину для объектов с максимальной радиосветимостью и растет при снижении радиосветимости до уровня, характерного для квазаров. Эти же источники были разделены по радиосветимости на близкие по численности группы и произведен подсчет числа квазаров и галактик в каждой группе. Оказалось, что в таких группах с ростом радиосветимости число квазаров увеличивается, а галактик падает. Объяснить такое поведение можно, предположив, что экранирующая способность и геометрия тора меняется с ростом мощности АЯГ.

Иванов Максим Александрович, Петров В.В.

maxim.ivanov@promgeo.com

Общество с ограниченной ответственностью «ПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

КОНТРОЛЬ ВЗАИМНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕРКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕСКОПА С ПРИМЕНЕНИЕМ АБСОЛЮТНОЙ ДАЛЬНОМЕРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ETALON ABSOLUTE MULTILINE

В работе описан принцип работы абсолютной дальномерной интерферометрической системы ETALON Absolute Multiline. Рассмотрены некоторые примеры применения системы: постоянный мониторинг крупных многоцелевых станков; автоматическое определение деформаций и вибраций (термо-) механических систем, автоматизированный метрологический мониторинг роботизированных систем и т. д.

Особое внимание направлено на рассмотрение систем мониторинга и контроля взаимного положения элементов зеркальной системы телескопов на базе ETALON Absolute Multiline, особенности их построения и общая техническая реализация.

Absolute Multiline является передовой технологией прецизионного измерения длин линий до 30 метров с погрешностью 0.5 мкм на метр. Система может поддерживать до 124 измерительных каналов, которые могут работать одновременно. В отличие от классических интерферометров лазерный луч Absolute Multiline может быть прерван без потери точности.

Важной особенностью системы является возможность проведения измерений в вакууме и в условиях криогенных температур.

**Иванов Максим Александрович (1), Петров В.В. (1), Янжура А.С. (1),
Защиринский С.А. (2)**

maxim.ivanov@promgeo.com

(1) Общество с ограниченной ответственностью «ПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

(2) Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БРОСКОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Программа бросковых испытаний макета посадочного модуля предполагает проведение сбросов с различными скоростями и ориентацией на специально подготовленную поверхность. При этом необходимо фиксировать пространственные координаты, углы ориентации и величины хода амортизаторов опор макета. Ранее применявшиеся измерительные системы, основанные на результатах измерения ускорений, имеют длительный срок разработки и аттестации, а также не позволяют определять все необходимые параметры без применения дополнительных средств измерений. В докладе приведены результаты внедрения высокоскоростной фотограмметрической системы AICON MoveInspect HF4 в измерительный комплекс стенда для проведения бросковых испытаний макетов космических аппаратов в рамках программ «ЭкзоМарс» и «Луна-25» на производственной базе НПО им. Лавочкина. Рассмотрена методика проведения измерений на наклонном и вертикальном стендах, описаны способы и методы применения фотограмметрических систем в условиях повышенной запыленности. Также описаны возможности применения измерительной системы на базе цифровой фотокамеры AICON DPA для контроля формы отражающей поверхности элементов зеркальной системы крупных радиотелескопов.

**Казанцев Андрей Николаевич (1), Потапов В.А. (1), Пширков М.С.
(1,2,3)**

kaz.prao@bk.ru

(1) Филиал «Пушинская радиоастрономическая обсерватория им. В.В. Виткевича»
Астрокосмического центра ФИАН (ПРАО АКЦ ФИАН)

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(3) Институт ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ГИГАНТСКИХ ИМПУЛЬСОВ ПУЛЬСАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШОЙ СИНФАЗНОЙ АНТЕННЫ ПРАО АКЦ ФИАН

Гигантские импульсы (ГИ) - явление кратковременного и непрогнозируемого повышения пиковой плотности потока индивидуальных импульсов пульсаров. Из нескольких тысяч известных на настоящий момент радиопульсаров, этот феномен был обнаружен только у 17 объектов. Помимо столь малой распространенности явления, его исследование усложняется еще и тем, что физические параметры пульсаров с гигантскими импульсами достаточно сильно различаются между собой. Все это приводит к тому, что сегодня не существует единой теоретической модели, способной полностью описать данный феномен.

В рамках проводимой в Пушинской обсерватории наблюдательной программы по поиску и мониторингу пульсаров с гигантскими импульсами, были обнаружены импульсы, которые можно классифицировать как гигантские у секундных пульсаров северного полушария: В0301+19 и В1237+25. Помимо этого, обнаружен эффект генерации очень мощных, но не подходящих по критериям ГИ, импульсов от пульсаров В0809+74 и В1133+16. Произведено исследование темпа генерации ГИ пульсара в Крабовидной туманности, В0531+21, на масштабе 9 лет наблюдений. Показано, что генерация мощных импульсов является сильно нестабильной во времени и находится в зависимости от скачков периода пульсара. Проведен анализ темпа генерации ГИ для всех секундных пульсаров северного полушария. Показано, что даже для группы пульсаров с ГИ обладающих сходными физическими

параметрами, темп генерации в значительной степени отличается от пульсара к пульсару.

Кальтман Татьяна Ильинична (1), Ступишин А.Г. (2)

arles@mail.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Санкт-Петербургский Государственный университет

МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ ВЫСОТНЫХ ПРОФИЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАД АКТИВНЫМИ ОБЛАСТЯМИ НА СОЛНЦЕ ПО МНОГОЧАСТОТНЫМ РАДИОНАБЛЮДЕНИЯМ

В докладе представлен метод реконструкции высотных профилей температуры над активными областями (АО) на Солнце в верхней части переходной области и в нижней короне по многочастотным радионаблюдениям, в частности на РАТАН-600. Именно на этих высотах в солнечной короне происходит рост температуры на два порядка с высокими значениями градиента. Метод основан на моделировании радиоизлучения в реконструированном по фотосферным измерениям магнитном поле. Стратифицированное гирорезонансное излучение рассчитывается совместно с континуальным тормозным излучением. В систему уравнений для итеративного поиска температур на различных высотах введены регуляризирующие уравнения, связывающие температуры на соседних высотах. Разработана возможность реконструкции нескольких профилей температуры над разными зонами АО с использованием наблюдений в разных точках скана. Метод показывает высокое качество восстановления параметров атмосферы на реалистичных моделях и применен к результатам наблюдений на РАТАН-600. Метод также применим к наблюдениям на инструментах, дающих двухмерное изображение, соответственно, с возможностью более подробной диагностики.

При использовании наблюдений РАТАН-600 в разных азимутах метод позволяет проследить динамику изменения температурных слоев над АО. Моделирование радионаблюдений для случаев дополнительного прогрева части атмосферы АО указывает на перспективы диагностики данным методом температурных профилей вспышечно-активных

областей, областей с плазменными струями, и в целом на применимость результатов реконструкции параметров атмосферы к различным энерговыделяющим процессам.

Работа поддержана грантами РФФИ 18-29-21016 и 18-32-20165.

**Кудряшова Анастасия Алексеевна (1), Бурсов Н.Н. (1), Панов А.Д. (2),
Эркенов А.К. (1), Куандыкова Д.М. (3)**

akudryasova@yandex.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Московский государственный университет

(3) Казанский (Приволжский) федеральный университет

SETI — ИССЛЕДОВАНИЯ НА РАТАН-600

Вопрос о наличии жизни как таковой и особенно разумной на других планетах древний, как сама человеческая цивилизация. Однако астрономические поиски сигналов внеземных цивилизаций (ВЦ) ведутся всего 60 лет. За это время были опубликованы тысячи статей на эту тему. Однако, до сих пор нет убедительных доказательств наличия разумной жизни вне Земли.

Наблюдения по программе SETI ведутся на РАТАН-600 с 1980-х годов. По многим SETI-объектам накоплено большое количество наблюдательных данных. В данной работе рассматривается обработка данных за 5 лет наблюдений (2015-2019) 16 SETI-объектов.

В обработке используются методы поиска одиночных длительных и импульсных сигналов, а также метод накопления и поиска слабых постоянных сигналов от исследуемых объектов.

Накопление информации за 5 лет наблюдений позволило провести поиск слабых сигналов с уровнем обнаружения в несколько миллионских на волнах 2.7 и 6.3 см. Усредненные по всему набору данных ограничения для мощности сигналов внеземных цивилизаций лежат практически у всех объектов в интервале 10^{16} – 10^{20} Вт, верхние же пределы для светимости в единичных наблюдениях (время прохождения диаграммы 7–19 секунд) составляют 10^{17} – 10^{21} Вт, при этом эффективные изотропные излучаемые мощности их гипотетических передатчиков не превышают 2×10^9 – 2×10^{13} Вт.

Полученные ограничения на светимость свидетельствуют об отсутствии радиоизлучения собственно и у наблюдавшихся

солнцеподобных звезд, стационарного в среднем за время наблюдений и вспыхивающего в отдельных сеансах.

Курочкин Евгений Анатольевич (1), Мельников В.Ф. (2, 3), Петерова Н.А. (1), Топчило Н.А. (4), Богод В.М. (1), Шендрик А.В. (1)

79046155404@yandex.ru

(1) Санкт-Петербургский Филиал Специальной Астрофизической Обсерватории РАН

(2) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

(3) Научно-исследовательский радиофизический институт, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород

(4) Санкт-Петербургский Государственный Университет

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВСПЫШЕК В АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ СОЛНЦА ПО ДАННЫМ МИКРОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА

Прогнозирование вспышек Солнца в активных областях по данным микроволновых наблюдений может быть эффективно благодаря тому, что радиодиапазон чувствителен к изменениям в источниках микроволн в АО, а за счёт большой площади радиотелескопа РАТАН-600 удаётся исследовать даже слабые источники, которые, тем не менее, могут развиваться и давать вспышки. Пространственное разрешение РАТАН-600 позволяет выделять отдельные источники в АО, таким образом, возможно изучение полного потока как от всей АО, так и от отдельных источников, исследовать природу излучения в каждом из них и их предвспышечную и послевспышечную динамику.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-02-00045 А.

Лебедев Михаил Константинович, Рипак А.М., Богод В.М.

m.k.lebedev@gmail.com

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЯ СО СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ ДЛЯ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА РАТАН-600

При проектировании радиотелескопа РАТАН-600 предполагалось, что наблюдения на нем будут проводиться в широком диапазоне длин волн — от 1 см (экспериментальные наблюдения проводились и на более коротких волнах — 8 мм и даже 3 мм) до 0.5 м. В последние годы в связи с развитием беспроводных средств связи помеховая обстановка в районе расположения радиотелескопа ухудшилась настолько, что область дециметровых волн оказалась практически закрытой для наблюдений. В настоящее время регулярные наблюдения ведутся на волнах длиной до 10 см. Расширение диапазона наблюдений до 30 см с применением системы цифровой обработки сигналов в реальном времени с высоким разрешением по частоте и времени позволит проводить исследование кратковременных изменений радиоизлучения активных областей Солнца с помощью развития новой наблюдательной методики слежения, а также детектировать и анализировать импульсные и квазипериодические сигналы, давать астрофизическую интерпретацию всплесков излучения Солнца, выявлять и проверять наблюдательными методами наиболее вероятные вспышечные сценарии.

Нами создан макет приемного комплекса диапазона 1–3 ГГц (10–30 см), в котором, благодаря применению высокоскоростных АЦП и системы цифровой обработки сигналов на основе ПЛИС, реализованы бездетекторный прием и обработка радиоастрономических данных «на лету», без преобразования частоты.

Аналоговая часть системы осуществляет фильтрацию частот выше 1 ГГц во входном сигнале для отсекаания наиболее загрязненного помехами

низкочастотного диапазона, усиление сигнала малошумящим усилителем, формирование полосы рабочих частот и кондиционирование сигнала для дальнейшей оцифровки и цифровой обработки. Наиболее мощные постоянно действующие помехи от станций мобильной сотовой связи подавлены при помощи режекторных фильтров с полосой подавления ~ 80 МГц по уровню -30 дБ.

Цифровая система обработки выполняет дискретное преобразование Фурье поступающего на ее вход сигнала, разлагая его на 16384 спектральных составляющих. Далее исследуются статистические свойства каждой из составляющих. Полезным (т. е. имеющим природное, а не искусственное происхождение) сигналом считается тот, который имеет нормальную (гауссову) статистику распределения амплитуды по времени. В качестве признака нормальности избрано значение четвертого момента распределения — куртозиса. Для распределения мгновенной мощности гауссовского сигнала это значение равно 2. Куртозис рассчитывается по выборке из 1024 последовательных значений мгновенной мощности каждой спектральной составляющей. Если отклонение полученного значения от 2 превышает некоторую заданную величину, то составляющая в рассматриваемый промежуток времени считается пораженной помехой и бракуется. Оставшиеся значения мощности спектральных составляющих, усредненные по 1024 последовательным отсчетам, усредняются по частотам, образуя в итоге от 8192 до 128 спектральных каналов шириной от 122 кГц до 7.8 МГц. Полученные таким образом данные передаются в ПК для накопления и дальнейшей обработки.

В докладе будут представлены технические подробности устройства созданной нами приемной системы и результаты первых тестовых наблюдений.

**Марухно Андрей Сергеевич (1), Бубнов Г.М. (2,3), Вдовин В.Ф. (2,3),
Возякова О.В. (4), Землянуха П.М. (2), Зинченко И.И. (2), Мингалиев
М.Г. (1), Шатский Н.И. (4)**

mas@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Институт прикладной физики Российской академии наук

(3) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

(4) Кавказская горная обсерватория ГАИШ МГУ

АНАЛИЗ АСТРОКЛИМАТА ММ ДИАПАЗОНА НА КАВКАЗСКОЙ ГОРНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Развитие радиоастрономии миллиметрового диапазона требует поиска новых площадок с хорошим астроклиматом для размещения телескопа. Мы провели два коротких цикла исследований астроклимата миллиметрового диапазона на Кавказской горной обсерватории и готовы представить оценку возможностей этой площадки для радиоастрономии. В работе сравниваются данные по прозрачности атмосферы в окнах прозрачности мм диапазона: 2мм и 3мм, а также данные с инструментов КГО: интегральное влагосодержание и атмосферная экстинкция в оптическом диапазоне. На основе взаимосвязи между интегральным влагосодержанием и прозрачностью атмосферы мм диапазона составлен оценочный прогноз астроклимата мм диапазона на год, охватывающий все характерные сезонные вариации погодных условий.

Экспедиция по исследованию астроклимата проводилась в рамках научной программы гранта РФ (Проект №19-19-00499), обработка данных астроклимата ведётся в рамках научной программы стипендии Президента РФ СП-5103.2018.3, а методика обработки данных разработана в рамках ГЗ ИПФ РАН (Проект 0035-2019-0005).

Михайлов Александр Геннадьевич

mag10629@yandex.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

РАДИОСВОЙСТВА ГАЛАКТИК FR0

Галактики класса FR0 представляют собой объекты с доминированием компактного ядра в радиоизлучении. Для них характерен дефицит протяженного радиоизлучения - параметр доминирования радиоядра больше в ~ 30 раз в сравнении с радиогалактиками FRI. Вместе с тем, FR0 являются доминирующей популяцией радиогромких АЯГ в ближней Вселенной. Их связь с радиогалактиками FRI и GPS/CSS-источниками остается неясной, необходимы исследования в широком диапазоне частот в сочетании с наблюдениями с высоким угловым разрешением.

На РАТАН-600 наблюдения выборки из 26 объектов FR0 проведены в феврале 2020 г. на Северном секторе в диапазоне 1.28 — 21.7 ГГц. На 3-5 частотах детектированы 20 источников, что позволило дополнить, а в ряде случаев впервые получить радиоспектр объектов в указанном диапазоне. На 1-2 частотах детектированы 5 источников, не детектирован 1 объект. Радиосветимости на 4.7 ГГц лежат в диапазоне 1038.6-40.6 эрг/с со средним значением 1039.7 эрг/с.

Согласно данным РАТАН-600, квазисовременные спектры 8 объектов (40 %) имеют peaked-форму с частотой максимума около 8 — 11 ГГц в большинстве случаев. Классический steep-спектр демонстрируют 4 источника. Остальные объекты характеризуются inverted, либо upturn-формой, часто такой характер спектра наблюдается в диапазоне 11.2 — 21.7 ГГц. В целом, радиогалактики FR0 демонстрируют плоский спектр со сложной структурой, что указывает на вклад в результирующий спектр нескольких компонент. Отмеченные особенности проявляются в усредненном спектре, построенном для всех источников по данным РАТАН-600.

Накаряков Валерий Михайлович

V.Nakariakov@warwick.ac.uk

(1) Санкт-Петербургский филиал, Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН

(2) Physics Department, University of Warwick, United Kingdom

КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПУЛЬСАЦИИ В СОЛНЕЧНЫХ И ЗВЕЗДНЫХ ВСПЫШКАХ

Наблюдения теплового и нетеплового излучений, генерируемых в солнечных и звездных вспышках, часто показывают ярко-выраженную модуляцию кривых блеска. Данный эффект, называемый квазипериодическими пульсациями (КПП), наблюдается как в потоках излучения, как и в его динамических спектрах и связывается либо с модуляцией параметров излучающей плазмы и/или механизма ускорения электронов магнитогидродинамическим колебанием, либо с периодическим режимом спонтанного магнитного пересоединения. Любопытно, что характерные особенности КПП в солнечных и звездных вспышках совпадают, несмотря на существенные различия в их мощности и количестве выделяемой энергии. Важным свойством КПП является их нестационарность, требующая применения специальных методов для их детектирования и оценки их статистической значимости. Высокое временное разрешение и чувствительность наблюдений плазмы короны Солнца и звезд в радиодиапазоне позволяют исследовать короткопериодические КПП с временным масштабом меньше минуты. Приводятся результаты детектирования КПП с временным масштабом порядка одной секунды в наблюдениях солнечной микровспышке с помощью РАТАН-600 и в мощной вспышке X-класса с помощью SBRIS/Huairou. В обоих примерах КПП интерпретируются как проявления магнитозвуковых колебаний излучающей плазменной неоднородности.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-21016.

Нижельский Николай Александрович (1), Цыбулев П.Г. (1), Кратов Д.В. (1), Удовицкий Р.Ю. (1), Борисов А.Н. (1), Дугин М.В. (2)

nizh@sao.ru

(1) *Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук*

(2) *НПФ «МИКРАН», г. Томск*

РАДИОМЕТРЫ КОНТИНУУМА РАТАН-600: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Приводится описание и характеристики приемных радиометрических комплексов континуума радиотелескопа РАТАН-600. Приемные устройства размещены в 3 кабинах вторичных зеркал № 1, 2, 3 и 5. Современный уровень приемной аппаратуры континуума РАТАН-600 обеспечивается сверхмалощумящими неохлаждаемыми усилителями на транзисторах с гетероструктурами и цифровыми сигнальными процессорами в системе регистрации данных. В докладе представлены параметры радиометрических комплексов.

Все радиометры континуума РАТАН-600 - это приемники прямого усиления СВЧ сигнала в заданной полосе частот с квадратичным детектированием на выходе. Режим работы всех приемников - «радиометр полной мощности» (РПМ). Сбор данных осуществляется штатной универсальной системой регистрации, основанной на новой аппаратно-программной подсистеме ER-DAS (Embedded Radiometric Data Acquisition System).

Из новых разработок представлен радиометрический модуль С-диапазона, центральная частота 4.7 ГГц. На его основе построена матричная радиометрическая система, состоящая из 4-х идентичных радиометров. Широкая полоса 600 МГц каждого радиометра разделена на 4 «узких» субполосы по 150 МГц, так что радиометрический комплекс представляем собой 16 независимых РПМ. Разделение полосы 600 МГц на 4 субполосы позволяет измерять дисперсию радиоволн в межзвездной среде. Наличие такой дисперсии является признаком далекого радиоисточника (а не локальной помехи). Четыре радиометра позволяют

одновременно наблюдать 4 смежных участка неба, расширяя тем самым поле зрения в 4 раза. Радиометры установлены на вторичном зеркале №5 на Западном секторе РАТАН-600.

Направления развития высокочувствительных комплексов континуума на РАТАН-600 – переход на радиометрические модули (которые наряду с высокой чувствительностью и надежностью сокращают затраты на обслуживание, упрощают ввод в эксплуатацию новых систем), а также улучшение долговременной стабильности радиометров за счет снижения $1/f$ шума и повышения стабильности калибровочных сигналов.

Петков Валерий Борисович, Дзапарова И.М., Кочкаров М.М., Куреня А.Н., Новосельцев Ю.Ф., Новосельцева Р.В., Унатлоков И.М.

vpetkov@inr.ru

Институт ядерных исследований РАН, Баксанская нейтринная обсерватория

ПОИСК НЕЙТРИННЫХ СИГНАЛОВ ОТ ОБЛАСТЕЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ГРАВИТАЦИОННО-ВОЛНОВЫХ СОБЫТИЙ.

Астрофизические источники гравитационных волн, такие как слияния двойных нейтронных звезд или черных дыр, или сверхновые с коллапсом ядра, могут вызывать релятивистские потоки, приводящие к нетепловому излучению высокой энергии, в том числе, к излучению нейтрино высоких энергий. Интерес к поиску таких нейтрино обусловлен, в том числе и тем, что обнаружение гравитационных волн и нейтрино высоких энергий из общих источников позволит установить связь между динамикой гравитирующих объектов и свойствами релятивистских потоков. Следует заметить, что направление прихода мюона, рожденного в реакции взаимодействия мюонного нейтрино с веществом, сильно коррелирует с направлением прихода нейтрино. И при достаточно больших энергиях нейтрино направление на астрофизический объект может быть восстановлено с точностью не хуже 2 градусов. Поскольку направления на источник гравитационных волн могут быть восстановлены с точностью до десятков-сотен квадратных градусов, совместное наблюдение гравитационных волн и нейтрино может значительно улучшить локализацию источника, тем самым сделав более осуществимыми последующие электромагнитные наблюдения. В данной работе приведен обзор экспериментов по поиску нейтринных сигналов от гравитационно-волновых событий. Представлены результаты поиска мюонных нейтрино и антинейтрино с энергией выше 1 ГэВ от областей локализации гравитационно-волновых событий на Баксанском подземном сцинтилляционном телескопе (БПСТ).

Работа поддержана грантом РФФИ 19-29-11027.

Соболев Андрей Михайлович

Andrej.Sobolev@urfu.ru

Уральский федеральный университет

МАЗЕРЫ И СТРУКТУРА АККРЕЦИОННЫХ ДИСКОВ МАССИВНЫХ МОЛОДЫХ ЗВЕЗДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Преимуществом наблюдений в мазерных линиях является возможность точного измерения положений и скоростей источников мазерного излучения. Наблюдения мазеров в некоторых случаях позволяют проводить измерения собственных движений и магнитных полей, а также определять расстояния до объектов прямым методом тригонометрических параллаксов. В данной работе приводятся результаты наблюдений мазерных линий в окрестностях молодых звездных объектов Сер А и G358.93-0.03 методом радиоинтерферометрии с использованием EVN, LBA, ALMA и др. Наблюдения указывают на наличие в окрестностях массивных молодых звездных объектов существенных неоднородностей различного масштаба, включая когерентные структуры размером до 1200 а.е. В ходе наблюдений G358.93-0.03 впервые удалось измерить скорость распространения реакции мазеров (перемещения положений мазерных пятен) на вспышку G358-MM1. Измерения показали, что она составляет 4-8% скорости света. Вещество в этом объекте с такой скоростью не может передвигаться в принципе. То есть мазеры трассируют распространение излучения. Предполагалось, что излучение от вспышки молодой звезды должно распространяться со скоростью света. Измерения же показали, что оно распространяется в 20 раз медленней. Это означает, что вокруг молодого звездного объекта есть много плотного вещества, которое задерживает фотоны; происходит их многократное рассеяние. Наблюдения G358.93-0.03 проводились в рамках кооперации M2O по мониторингу мазерного излучения на однозеркальных телескопах и интерферометрах (masermonitoring.org).

Работа поддержана грантом РФФ 18-02-04183.

Сотникова Юлия Владимировна

lacerta999@gmail.com

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

РАДИОТЕЛЕСКОП РАТАН-600. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

РАТАН-600 – радиотелескоп рефлекторного типа с кольцевой антенной диаметра 600 м, крупнейший в мире радиотелескоп подобного типа и основной в России, работающий в центральном «окне прозрачности» Земной атмосферы. Главным преимуществом инструмента является измерение радиоизлучения космических объектов в широком диапазоне частот за несколько минут (1-30 ГГц). Все наблюдательное время на телескопе отводится на решение фундаментальных задач в области астрофизики. За последние несколько лет среднегодовая загрузка РАТАН-600 составляет порядка 90%, почти половина этого времени отводится на наблюдательные программы сторонних пользователей, значительная часть которых – зарубежные научные организации.

РАТАН-600 изначально создавался как инструмент коллективного пользования. Наблюдательное время на нем распределяется на конкурсной основе Национальным комитетом по тематике российских телескопов (НКТРТ), в состав которого входят ведущие астрономы России. За 45 лет на телескопе проведены сотни тысяч наблюдений и поисковых обзоров неба, в ходе которых обнаружены новые космические объекты, получена спектральная информация о них, информация о газовом и молекулярном составе, о поведении активных галактических ядер и вспышечной активности на Солнце в радиодиапазоне. Результаты систематических измерений радиотелескопа (ежедневный мониторинг солнечной активности, АЯГ) размещаются на домашней странице обсерватории в виде интерактивных каталогов, предоставляющих материал в стандартной форме, для последующих астрофизических исследований.

На сегодняшний день РАТАН-600 является единственным радиотелескопом России, работающим круглосуточно для решения фундаментальных задач в области астрофизики. В докладе рассматриваются способы повышения эффективности радиотелескопа путем развития новых методов наблюдений, а также модернизации автоматизированной системы управления.

Столяров Владислав Александрович

vlad@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

Кембриджский университет, Кавендишевская лаборатория

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ТЕКУЩИЙ СТАТУС ПРОЕКТА SKA (SQUARE KILOMETRE ARRAY)

В докладе будет дан обзор крупного радиоинтерферометрического проекта телескопа с апертурой в один квадратный километр (Square Kilometre Array, или SKA), который состоит из двух инструментов, расположенных на разных континентах. Один инструмент строится в Австралии (SKA-LOW, 50-350 МГц), другой в Южной Африке (SKA-MID, 350МГц — 15.3 ГГц).

Круг научных задач этого проекта очень широк и включает в себя проблемы в области космологии, формирования протопланет, исследования эпохи реионизации, наблюдения большого количества внегалактических объектов (галактики/AGN, скопления галактик) как в континууме, так в спектральном режиме. Кроме того, в круг задач, который будет решать этот инструмент, входят наблюдения пульсаров, транзиентов (например FRB), а также исследования в области солнечной физики, физики гелиосферы и ионосферы.

Для координации работ по этим направлениям создано 14 научных рабочих групп, в работе которых могут принимать участие специалисты в данных областях астрофизики не только из стран-участниц проекта SKA, но и с аффилиацией в любой стране.

Стороженко Антон Анатольевич, Богод В.М., Хайкин В.Б., Рипак А.М., Лебедев М.К., Овчинникова Н.Е., Шлензин С.В., Перваков А.А.

acs-work@mail.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

МНОГОКАНАЛЬНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600

Наблюдения на Солнечном комплекс радиотелескопа РАТАН-600 ведутся на протяжении 4 часов в течение суток с высокой регулярностью (до 80% дней наблюдений в году). Ежедневно проводится 5 наблюдений Солнца в азимутах от $+24^\circ$ до -24° через 12° . При изменении программы возможны наблюдения в азимутах от $+30^\circ$ до -30° через 4° или 2° - до тридцати наблюдений в день. Штатный комплекс регистрации обеспечивает регистрацию данных с периодом 5 Гц, в отдельных конфигурациях до 30 Гц, однако для наблюдений быстропротекающих процессов, а также для перспективных задач сопровождения необходимо увеличить временное разрешение системы регистрации до 0,01 — 0,001 секунды.

В настоящей работе рассмотрены вопросы разработки и создания аппаратно программного комплекса многоканальной регистрации в широком диапазоне длин волн, а также предлагается рассмотрение вопросов модернизации действующей системы регистрации для улучшения временного разрешения регистрируемых рядов данных.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-21016.

**Стороженко Антон Анатольевич, Лебедев М.К., Овчинникова Н.Е.,
Хайкин В.Б., Богод В.М., Рипак А.М., Гречкин А.А., Перваков А.А.**

acs-work@mail.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

РЕЖИМ СЛЕЖЕНИЯ НА ЮЖНОМ СЕКТОРЕ С ПЕРИСКОПОМ РАДИОТЕЛЕСКОПА РАТАН-600

Солнечный комплекс радиотелескопа РАТАН-600 работает в непрерывном спектральном диапазоне от 3 до 18 ГГц со спектральным разрешением порядка 1% и обеспечивает точное измерение поляризации. Большая эффективная площадь отражающей поверхности (400–1000 м² в зависимости от длины волны) обуславливает высокую чувствительность по потоку радиоизлучения. Штатные наблюдения ведутся на протяжении 4 часов в течение суток с высокой регулярностью (до 80% дней наблюдений в году). Радиотелескоп работает в режиме пассажного инструмента. Ежедневно проводится пять наблюдений Солнца в азимутах от +24° до –24° через 12°. Применение принципов режима слежения посредством движения облучателя и каретки позволяет значительно увеличить время наблюдения за процессами на Солнце, увеличить количество периодических наблюдений Солнца.

В настоящей работе рассмотрены вопросы реализации режимов сопровождения и быстрого сканирования, которые позволят получить новую информацию о динамике процессов в атмосфере Солнца с использованием всех преимуществ инструмента. Представлены результаты пробных наблюдений. Рассмотрены вопросы модернизации подсистемы движения облучателя РАТАН-600, для реализации режима точного медленного движения облучателя РАТАН-600.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-21016.

Суворов Василий Александрович, Петров В.В.

v.suvorov@promgeo.com

Общество с ограниченной ответственностью «ПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ ВТОРИЧНОГО ЗЕРКАЛА РАДИОТЕЛЕСКОПА

В работе описан принцип работы автоматизированной системы по определению положения и ориентации вторичного зеркала радиотелескопа на основе применения высокоточного измерительного оборудования концерна Hexagon MI.

Особое внимание уделено применению такой системы на радиотелескопе РАТАН-600, а также на полноповоротных радиотелескопах. Введение автоматизированной системы позволит проводить позиционирование вторичного зеркала радиотелескопа с субмиллиметровой точностью в любом направлении, с использованием, например, переносного планшета или мобильного телефона. Информация о положении объекта будет выведена на экран мобильного устройства и обновляться в режиме реального времени.

В работе рассмотрены различные варианты и особенности построения автоматизированной системы, приведена оценка точности позиционирования и общая техническая реализация.

Автоматизированные измерительные системы достаточно универсальны и могут быть созданы на базе различного измерительного оборудования для решения конкретной задачи позиционирования в различных условиях.

Теплых Дарья Андреевна, Малофеев В.М., Тюльбашев С.А.

teplykh@prao.ru

Пушчинская радиоастрономическая обсерватория Физического института имени П.Н.Лебедева

ОСОБЕННОСТИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ПУЩИНСКИХ ПУЛЬСАРОВ

Пушчинская программа поиска пульсаров основана на ежедневном круглосуточном мониторинге большого участка неба ($-9^\circ < \delta < 42^\circ$) позволила открыть уже более 60 новых пульсаров и радиотранзиентов (Tyul'bashev et al., 2016, Astron.Rep., 60, 220; Tyul'bashev et al., 2017, Astron.Rep., 61, 848; Tyul'bashev et al., 2018, A&A, 618, 5). Кроме поиска слабых близких источников, такой подход будет чувствителен к объектам с переменным излучением. Детальное исследование радиоизлучения новых источников выявило ряд особенностей в их излучении – это явление нуллинга, вспышечная активность и дрейф субимпульсов. В данной работе мы представляем наблюдения и краткие исследования вышеперечисленных особенностей радиоизлучения у новых пушчинских пульсаров. Приведены уточненные оценки некоторых характеристик для этих объектов.

Тимиркеева Мария Андреевна, Малов И.Ф.

malov@prao.ru

Физический институт имени П.Н.Лебедева

НАБЛЮДЕНИЯ ГАММА-ПУЛЬСАРА J1836+5925 НА 111 МГц

На сегодняшний день открыто более 2700 радиопульсаров, включенных в пополняемый каталог ATNF (Manchester et al. (2005)). До 2009 года только 7 радиопульсаров было открыто в гамма-диапазоне, на сегодняшний день число открытых гамма-источников превысило две сотни объектов. Пульсар J1836+5925 был открыт командой FermiLAT в 2009 году (Abdo et al. (2009)).

Представлены результаты наблюдений за 2 года гамма-пульсара J1836+5925 на телескопе БСА ФИАН, работающего на частоте 111 МГц. Впервые дается оценка меры дисперсии (MD) пульсара J1836+5925 и уточняется расстояния до него.

Трушкин Сергей Анатольевич (1,2), Бурсов Н.Н. (1), Цыбулев П. Г. (1), Нижельский Н.А. (1), Шевченко А.В. (1), Борисов А.Н. (1)

satr@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

СВОЙСТВА ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МАГНЕТАРА ХТЕ J1810–197 ВО ВРЕМЯ ВСПЫШКИ В ДЕКАБРЕ 2018 ГОДА - АПРЕЛЕ 2019 ГОДА

Представлены результаты измерений отдельных радиоимпульсов от транзиентного рентгеновского магнетара ХТЕ J1810-197 в наблюдениях с 19 декабря 2018 года на РАТАН-600. Спустя почти десять лет отсутствия импульсного излучения 8 декабря 2019 года произошла яркая рентгеновская вспышка и были детектированы слабые радиоимпульсы с пульсарным периодом 5.54 секунды. Начиная с 19 декабря 2019 года мы обнаружили яркие одиночные импульсы на частотах 2.3, 4.7, 8.2 и 11.2 ГГц на Северном секторе РАТАН-600. Позже мы применили режим накопления излучения магнетара в фокусе антенны в течение 130 секунд - так называемый режим «скольжения». Мы нашли, что свойства 25 последовательных импульсов кардинально менялись по яркости и по микроструктуре. Далее мы переставили один из трех четырех-канальных радиометров на частоте 4.7 ГГц из программы поиска быстрых радиовсплесков, которая ведется на Западном секторе телескопа в фокусе вторичного зеркала N5 в фокус вторичное зеркала N1. При временном разрешении 250 микросекунд и при полосе узких каналов 150 МГц субимпульсы каждой пульсации становятся более узкими по времени и ярче по потоку. Из анализа времен прихода импульсов в узких каналах мы подтвердили измеренную десять лет назад меру дисперсии $DM=178$ пк/см³, хотя сами импульсы на 4.7 ГГц с полной длительностью около 200 мс включали от 1 до 15 субимпульсов шириной от 10 до 50 мс. Плотности потока самых ярких импульсов достигали 5 и 2 Ян на частотах 4.7 и 8.2 ГГц. Таким образом, в течение всего цикла измерений магнетар ХТЕJ1809-197 оставался самым ярким радиопульсаром в Млечном пути.

Постепенно средние радиопотоки упали синхронно с рентгеновским излучением, и в мае 2019 года импульсы уже не детектировались. Впервые данные исследования ясно продемонстрировали возможности РАТАН-600 в детальном исследовании яркого импульсного излучения транзиентных пульсаров на высоких частотах.

Работа поддержана грантом Программы ПРАН.

Тюльбашев Сергей Анатольевич, Китаева Марина Анатольевна

marina@prao.ru

Физический институт имени П.Н.Лебедева

ПОИСК ПЕРИОДИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ В НЕСКОЛЬКИХ ГАММА ПУЛЬСАРАХ НА ЧАСТОТЕ 111 МГЦ

Пульсары были открыты в радиодиапазоне в 1967 году (Hewish, 1968), а уже в 1970 году было указано на вероятное обнаружение пульсирующего гамма излучения у пульсара в Крабовидной туманности (Vasseur, 1970). Орбитальный телескоп Fermi, созданный в том числе и для поиска пульсаров в гамма диапазоне, показал, что многие из выборки гамма объектов, наблюдаемых в излучении в континууме, являются гамма пульсарами (Abdo, 2009). Для поиска периодического радиоизлучения от гамма пульсаров используются, как правило, крупнейшие в мире радиотелескопы. Безуспешность этих поисков говорит о необходимости достижения чрезвычайно высокой чувствительности для обнаружения периодического радиоизлучения.

В настоящей работе сделана попытка реализации максимально высокой возможной чувствительности при поиске периодического радиоизлучения в направлении нескольких гамма пульсаров, а также рентгеновских радиоспокойных пульсаров. Выборка пульсаров для исследования была получена исходя из соображений, что максимальной у радиотелескопа БСА ФИАН является чувствительность на склонениях, близких к зениту. Поэтому были взяты лучи радиотелескопа, максимально близкие к зениту ($21^\circ < \delta < 42^\circ$). В каталоге ATNF на соответствующих склонениях были отобраны все источники у которых, согласно каталогу, есть гамма-излучение, нет обнаруженного радиоизлучения, а период больше 200 мс. Часть из этих пульсаров первоначально были обнаружены в рентгеновском диапазоне. Всего нами было отобрано 9 гамма пульсаров.

В результате нами получены верхние оценки плотности потока регулярного (периодического), суммированного на интервале нескольких

лет, излучения для всех источников выборки и оценки верхней плотности потока в индивидуальных записях.

**Шевченко Антон Валерьевич, Трушкин С.А., Бурсов Н.Н.,
Цыбулёв П.Г., Нижельский Н.А., Борисов А.Н.**

avs@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРИСУТОЧНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ МИКРОКВАЗАРА ЛЕБЕДЯ X-3 В РЕЖИМЕ МНОГОАЗИМУТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600

Представлены результаты мониторинга микроквара в рамках программы исследований ярких рентгеновских двойных звезд в различных диапазонах электромагнитного спектра. Поиск и изучение корреляций между переменным рентгеновским, радио- и гамма-излучением является ключевым моментом для понимания процесса формирования струйных выбросов из аккрецирующего на черную дыру (или нейтронную звезду) вещества. Обсуждаются результаты длительных циклов многочастотных измерений микроквара на радиотелескопе РАТАН-600 в 2019 и 2020 годах.

В апреле 2019 года впервые был использован режим многоазимутальных измерений на антенной системе "Южный сектор с плоским отражателем" (Ю+П), когда за 5.5 часов вокруг времени кульминации источника ежедневно проводилось по 31 измерению плотностей потоков на частотах 4.7, 8.6, 15 и 30 ГГц в течение нескольких гигантских вспышек Cygnus X-3. В январе 2020 года микрокварз снова перешел в гипер-мягкое рентгеновское состояние, выход из которого всегда сопровождался гигантскими вспышками. Так и произошло: в начале февраля поток Cygnus X-3 увеличился от уровня ниже 5 мЯн до 20 Ян на частоте 4.7 ГГц. Мы провели большую серию многоазимутальных наблюдений на Ю+П, и однозначно зарегистрировали переменность радиоизлучения на временах короче 5 часов.

Новые данные были использованы для детального сравнения с данными космических гамма-телескопов (Swift, AGILE и FERMI) и

рентгеновских установок MAXI и NICER на МКС, и стало ясно, что все вспышечные события хорошо коррелируют от радио- до гамма-диапазона, что является отражением связи физических процессов в аккреционном диске и в струйных выбросах.

Спектральные и временные зависимости эволюции вспышек необходимы для создания модели синхротронного излучения микроквазара, которая основана на эволюции геометрии струйных выбросов, магнитного поля в них и физических условий генерации и поглощения радиоизлучения от релятивистских электронов.

ТЕЛЕСКОПЫ УМЕРЕННЫХ РАЗМЕРОВ

Аитов Виталий Наильевич (1), Валявин Г.Г. (1,2), Валеев А.Ф. (1), Антониук К. (2), Киселев Н. (2), Шаховской Д. (2), Митиани Г.Ш. (1), Емельянов Э.В. (1), Фатхуллин Т.А. (1) Галазутдинов Г.А. (3,4).

vit9517@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

(3) Католический университет Севера, Антофагаста

(4) Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

ПОИСК ОДИНОЧНЫХ ХОЛОДНЫХ МАГНИТНЫХ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ

Представлены промежуточные результаты поиска новых, далеко проэволюционировавших (холодных) одиночных магнитных белых карликов (МБК) со сверхсильными магнитными полями.

Поиск проводился с использованием широкополосного фотополяриметра метрового телескопа САО РАН с целью устранения наблюдательной селекции в актуальных обзорах МБК. Наблюдения осуществлялись в режиме поиска круговой поляризации в интегральном свете.

В качестве целевых объектов выбирались белые карлики в пределах 25 парсек и холоднее ~ 7000 К.

Были проведены наблюдения 19 белых карликов, 4 из которых являются известными магнитными. Из оставшихся выявлено несколько кандидатов в новые магнитные белые карлики с мегагауссными магнитными полями.

Архаров Аркадий Александрович

arkadi@arharov.ru

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ АКТИВНЫХ ЯДЕР ГАЛАКТИК И
ДРУГИХ ОБЪЕКТОВ В БЛИЖНЕМ ИК ДИАПАЗОНЕ НА ТЕЛЕСКОПЕ
АЗТ-24 В ИТАЛИИ**

В соответствии с соглашением между ГАО РАН и двумя итальянскими обсерваториями в 1994 г. началось научное сотрудничество в области астрономии на базе российского телескопа АЗТ-24, установленного в Италии. Приводятся некоторые исторические факты, относящиеся к возникновению и развитию российско-итальянского сотрудничества, при этом подчеркивается особая роль Юрия Николаевича Гнедина, как в научном, так и в организационном плане. Представлены результаты многолетних наблюдений в ближнем инфракрасном диапазоне по совместным проектам, таким как SWIRT (обнаружение и исследование вспышек Сверхновых), WEBT (Всемирный блазарный телескоп), EXors и UXors (молодые звезды с протопланетными дисками), GRB (гамма вспышки) и другие. Полученные наблюдения были использованы при написании более 100 статей в ведущих мировых журналах, таких как *Astrophysical Journal*, *Nature*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *Astronomy and Astrophysics*. Отмечены результаты, вошедшие в список наиболее важных достижений РАН.

Бакланов Алексей Владимирович, Бакланова Д.Н.

dilyara@craocrimea.ru

Крымская астрофизическая обсерватория РАН

МНОГОЦВЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ V1432 ОРЛА В 2019 Г.

Представлены результаты VR фотометрического исследования затменного уникального асинхронного поляра V1432 Орла по наблюдениям, полученным в июле-ноябре 2019 г. на 38-см телескопе КрАО.

Проведенный анализ позволил уточнить эволюцию осевого вращения белого карлика в системе V1432 Орла. Определен период вращательного движения белого карлика в системе 0.140522(25). Также зарегистрирован период 0.140417(3) отличный как от орбитального, так и от вращательного периодов белого карлика, природа которого неясна. Значимой переменности показателя цвета обнаружено не было.

Бескин Григорий Меерович (1,2) Карпов С.В. (1,2,3)

beskin@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

(3) SEISO, Институт физики, Чешская академия наук, Прага

**ШИРОКОУГОЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НЕБЕСНОЙ
СФЕРЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.**

В докладе обсуждаются перспективы использования широкоугольного оптического мониторинга для решения широкого класса актуальных астрофизических задач - от оперативной локализации транзиентных событий, зафиксированных в других диапазонах (гамма-всплески, всплески гравитационных волн, быстрые радио-всплески) и независимого обнаружения событий, связанных с последними стадиями жизни звёзд (сверхновые, прямой коллапс в черную дыру без вспышки сверхновой, приливное разрушение звезд), до исследования долговременной переменности "обычных" звёзд (переменные различных типов, вспыхивающие звёзды, новые, события микролинзирования). Исследование транзиентных явлений в околоземном пространстве и верхних слоях атмосферы (метеоры, искусственные спутники земли, космический мусор) также является целью таких мониторинговых программ.

Рассматриваются различные варианты инструментов, требуемых для решения этих задач в зависимости от конкретных типов изучаемых объектов и явлений и, соответственно, имеющих различные комбинации размера поля зрения, предельного проникания и временного разрешения. В частности, рассмотрены варианты комплексов, построенных на принципе "горизонтального" масштабирования (создания многотелескопных конфигураций), как альтернативы ориентации на увеличение размера фокальной плоскости отдельного телескопа. Предложена конкретная реализация такого многокомпонентного телескопа SAINT, состоящего из набора небольших (50 — 100 см)

инструментов, способного обеспечить как решение задач мониторинга, так и наблюдения конвенциональными методами.

Бусарев Владимир Васильевич (1,2), Барабанов С.И. (2), Мусаев Ф.А. (3), Щербина М.П. (1), Пузин В.Б. (2)

busarev@sai.msu.ru

(1) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(2) Институт астрономии Российской академии наук

(3) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДОВ НА 2-М ТЕЛЕСКОПЕ ТО ИНАСАН

Регулярные спектрофотометрические наблюдения астероидов на 2-м телескопе Терскольской обсерватории (ТО) ИНАСАН были начаты в 2012 г., с момента ввода в эксплуатацию на этом телескопе подвесного призменного ПЗС-спектрографа предельно низкого разрешения ($R \sim 100$), работающего в диапазоне 0.35-0.92 мкм (спектрограф был изготовлен под руководством С.И. Барабанова и Ф.А Мусаева по заказу ИНАСАН). Указанное разрешение, спектральный диапазон спектрографа, а также высокогорное расположение ТО (более 3100 м над уровнем моря) оказались весьма благоприятными для спектральных исследований состава вещества астероидов Главного пояса (АГП) и сближающихся с Землей (АСЗ). К настоящему моменту времени на ТО ИНАСАН нами проведены наблюдения и изучены спектры отражения более полусотни АГП и АСЗ до 17m, что позволило определить или уточнить их таксономические (спектральные) типы и обнаружить новые химико-минералогические особенности их вещества.

Краткий перечень наших новых результатов, полученных с помощью 2-м телескопа ТО ИНАСАН, включает: (1) регистрацию и изучение ранее не охваченной при наземных наблюдениях коротковолновой части ($\sim 0.35-0.45$ мкм) спектров отражения многих из этих астероидов (Busarev V.V. et al., 2015, Icarus, 262, 44); (2) обнаружение специфических особенностей спектральных характеристик АСЗ (Busarev V.V. et al., 2015, Icarus, 262, 44); (3) обнаружение спектральных признаков одновременной сублимационной активности у перигелия четырех АГП

примитивных типов (145 Адеоны, 704 Интерамнии, 779 Нины и 1474 Бейры) (Busarev V.V. et al., 2015, Icarus, 262, 44; Бусарев и др., 2016, Астрон. Вест., 50, 300); (4) подтверждение периодического характера активности трех из перечисленных астероидов у перигелия (Busarev V.V. et al., 2018, Icarus, 304, 83); (5) обнаружение спектральных признаков сублимационной активности еще у двух АГП примитивных типов (51 Немаузы и 65 Цибелы) (Бусарев и др., 2019, Астрон. Вест., 53, 273); (6) обнаружение спектральных признаков влияния солнечной активности на сублимационную активность АГП примитивных типов (Бусарев и др., 2019, Астрон. Вест., 53, 273).

Бусарев Владимир Васильевич, Татарников А.М., Бурлак М.А.

busarev@sai.msu.ru

Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА ЕВРОПЫ И КАЛЛИСТО НА 2.5-М ТЕЛЕСКОПЕ КГО ГАИШ

В 2016 - 2017 гг. были проведены спектрофотометрические наблюдения ведущей и ведомой полусфер Европы и Каллисто в ближнем инфракрасном диапазоне (1.0 - 2.5 мкм) на 2.5-м телескопе Кавказской горной обсерватории (КГО) ГАИШ (Бусарев и др., Астрон. вестн., 2018, 52, № 4, 305). Наблюдения проводились с установленной на 2.5-м телескопе ИК камерой-спектрографом ASTRONIRCAM (Наджиб и др., Астрофиз. бюлл., 2017, 72, №3, 382). Спектрограф работал в режиме скрещенной дисперсии со щелью длиной 10 и шириной 1.8 угл. сек. В этом режиме регистрировался спектр в диапазоне Y-J (1.0-1.5 мкм) и отдельно в диапазоне полос H-K (1.5-2.5 мкм); при ширине щели 1.8" достигалось спектральное разрешение $R \sim 1000$.

Нами обнаружено подобие глобальных спектральных характеристик Европы и Каллисто и, в частности, максимума распределения гидрата серной кислоты на ведомом полушарии обоих спутников, что согласуется с данными предшествующих измерений. Это можно рассматривать как указание на существование общего механизма ионной имплантации вещества Ио, выбрасываемого при его вулканической активности, на этих и других спутниках, находящихся в радиационных поясах Юпитера. Наши спектральные данные указывают на преобладание или содержание значительного количества водяного льда и гидратов (клатратов) других соединений на ведущих полушариях Европы и Каллисто. В частности, нами впервые зарегистрирована слабая полоса поглощения клатрата CH_4 с центром у ~ 1.67 мкм на спектрах отражения ведущего (более интенсивная) и ведомого (менее интенсивная) полушарий Европы. Слабые признаки

той же полосы поглощения имеются и на спектрах отражения Каллисто, полученных при его разных ориентациях.

Как показывает обсуждение опубликованных другими авторами и наших результатов, спектральные характеристики ледяных галилеевых спутников Юпитера формируются в сложных физико-химических и динамических условиях (Бусарев и др., Астрон. вестн., 2018, 52, № 4, 305).

Бутенко Галина Зиновьевна (1,2), Тарадий В.К. (1,2), Карпов Н.В. (1,2), Годунова В.Г. (1), Андреев М.В. (1,3), Извекова И.А. (1), Козлов В.А. (1), Березин Д.Д. (1)

dr.g.butenko@gmail.com

(1) *Международный центр астрономических и медико-экологических исследований Национальной академии наук Украины*

(2) *Институт астрономии Российской академии наук*

(3) *Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины*

НАБЛЮДЕНИЯ АСТЕРОИДОВ В ОБСЕРВАТОРИИ НА ПИКЕ ТЕРСКОЛ В 2015-2019 ГГ.

Приведены результаты позиционных, фотометрических и спектральных наблюдений избранных астероидов, полученных на телескопах Цейсс-2000 и Цейсс-600 обсерватории на пике Терскол (международный код В18) в течение 2015-2019 гг. Позиционные наблюдения выполнялись в основном в отношении вновь открытых потенциально опасных для Земли астероидов (NEOs) с целью подтверждения их существования и уточнения параметров движения этих малых тел Солнечной системы. В базу данных MPC были переданы результаты наблюдений 186 объектов (более 5000 ПЗС-кадров). Проведены позиционные наблюдения 48 астероидов, обнаруженных в процессе наземного сопровождения зонда Gaia, а также выполнен мониторинг самого зонда для получения оперативной информации о его движении. Ошибки позиционных наблюдений малых тел составили 0,05"-0,5".

Приведены результаты наблюдений астероида 99942 Apophis, полученные в обсерватории на пике Терскол в рамках проекта GAIA Follow-Up Network for Solar System Objects (Gaia-FUN-SSO), а также потенциально опасного астероида 2012TC4 в рамках международной кампании по его наблюдению. Целью этой кампании была комплексная оценка взаимодействия международных средств противодействия

глобальным космическим угрозам в реальном времени и на реальном космическом объекте.

По спектрофотометрическим наблюдениям впервые получены кривые блеска ряда астероидов. Некоторые из наблюдаемых объектов входят в списки целей будущих космических миссий NASA.

Габдеев Максим Маратович (1,2,3), Фатхуллин Т.А. (2), Борисов Н.В. (2), Макаров Д.И. (2), Пляскина Т.А. (2), Шиманский В.В. (3), Колбин А.И. (2)

gamak@sao.ru

(1) Институт прикладных исследований академии наук республики Татарстан

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(3) Казанский (Приволжский) федеральный университет

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОГО ГОДА РАБОТЫ ПРОГРАММЫ ПОИСКА ПОЛЯРОВ 3BS НА ТЕЛЕСКОПЕ ЦЕЙСС-1000

Представлены результаты работы наблюдательной программы 3BS (3-Band Survey). Она направлена на поиск кандидатов в поляры. В ходе реализации программы получены наблюдательные данные отобранных объектов из каталога катаклизмических переменных обзора неба CRTS DR1. Проведены более детальные исследования отдельных объектов. Для хранения и использования полученных наблюдений создана база данных 3BS и её WEB-интерфейс.

Работа поддержана грантом РФФ 18-72-00106 и РФФИ 19-32-60021.

Крушинский Вадим Владимирович, Жуклевич Глеб

zhuklevich.gleb@gmail.com

Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина

ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ О ПЕРИОДЕ ВРАЩЕНИЯ АСТЕРОИДА ИЗ АНАЛИЗА КРИВОЙ БЛЕСКА

В работе представлены результаты исследования кривых блеска астероидов, полученные в Коуровской астрономической обсерватории. Данные наблюдений были получены на телескопах MASTER-URAL (400мм) и SBG (500мм). Изучаемыми объектами являлись астероиды двух категорий — главного пояса и сближающиеся с Землей. Последняя группа наиболее важна для отслеживания изменения периода вращения. Важность наблюдений изменений периодов этих объектов обусловлена YORP-эффектом (изменение скорости вращения асимметричных тел под действием солнечного света). Что в свою очередь предоставляет возможность существенно негативного сценария изменения орбиты. В работе представлены найденные периоды для астероидов, редуцированные схемы по избавлению от влияния расстояния до объекта и синтезирование кривой блеска по начальным данным. Синтезирование необходимо в целях проверки как алгоритмов поиска периода астероида, так и для проверки гипотез о форме объекта.

**Dmitrienko Elena (1), Savanov Igor (2), Naroenkov Sergej (2),
Nalivkin Mikhail (2)**

issesd@rambler.ru

(1) Moscow State University, GAISH

(2) Institute of astronomy RAS

PHOTOMETRY OF THE NOVALIKE SYSTEM RW TRI IN 2019

We performed the UBV - photometry of the novalike system RW Tri, which is known for a wide range of its light curve variations. Our observations were performed in October 2019 during the interval from 2458770 to 2458781 HJD. The data were obtained with the IRT-35 robotic telescope located at the Terskol Observatory of INASAN. Novalike RW Tri is an eclipse system with an orbital period equal to 5^h.56 and consisting of white and red dwarfs and gaseous structures owing to the interaction of stars. Currently due to the intensive development of the possibilities of numerical simulation of magneto-dynamic processes in close binary stars more attention is also paid to the study of these gaseous structures. White dwarf with a disk-shaped shell (commonly referred as disk) is the primary component of the system and red dwarf – the secondary one. On the base on the results of UBVR_I - photometry of this object in 1985-1999 Dmitrienko obtained that the changes in the observed optical brightness of RW Tri are the result of the variability of the eclipse sources: the accretion disk around the white dwarf, the side of the secondary star facing the primary component and gaseous streams occulted by them as well as any structures in the system located on the line of sight in the phases of the primary minimum. Here we analyzed the UBV - brightness change of RW Tri outside and in the middle of eclipse with the main focus on the variability of light curve morphology and comparison of some its properties with previous results obtained for the system earlier.

Investigations were partly supported by RFBR grant 17-52-45048 IND_a.

Елагандула Нага Варун (1), Тлатов А.Г. (2)

naga.varuny@gmail.com

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Горная астрономическая станция ГАО РАН

СЛУЖБА СОЛНЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПОТ СТОП И РАТАН-600

Служба Солнца — Это постоянный непрерывный мониторинг Солнца в разных диапазонах света. Основной целью такой службы является определение параметров КВМ, вспышек и космической погоды с помощью данных, полученных наземными или спутниковыми телескопами.

В настоящей работе объясняется необходимость такой службы в России и актуальность применения телескопов как Солнечный патрульный оптический телескоп (СПОТ), Солнечный телескоп оперативных прогнозов (СТОП). СПОТ наблюдает Солнца в диапазонах $H\alpha$ и $CaII K$. Патрульные оптические телескопы в линии $CaII K$ позволяют оценивать потоки жесткого излучения во время вспышек (и в спокойные периоды) и определять местоположение взрывных процессов на Солнце. Они могут быть эффективными и недорогими аналогами космических обсерваторий GOES в системе наблюдений космической погоды. Патрульные оптические телескопы позволяют регистрировать корональные выбросы массы как на диске, так и на лимбе Солнца. Использование автоматических спектрографов позволяет получить уникальную информацию о полном векторе скорости корональных выбросов на начальном этапе иногда до $1.5R$.

Так же Солнечный спектральный комплекс (Юг + плоский) на РАТАН-600 после модернизации может применяться в этой службе. Уникальность РАТАН-600 в этом плане заключается в том, что РАТАН-600 один из немногих наземных радио инструментов, который может провести частотную томографию солнечной короны в радиодиапазоне. Эти данные позволяют иногда оценить параметры КВМ на высотах, где в линии $CaII K$ трудно наблюдать.

**Емельянов Эдуард Владимирович, Фатхуллин Т.А., Москвитин А.С.,
Комаров В.В., Валявин Г.Г., Комарова В.Н., Драбек С.В., Шергин В.С.**

eddy@sao.ru

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

МНОГОРЕЖИМНЫЙ ФОТОМЕТР-ПОЛЯРИМЕТР ММРР

В работе приводятся сведения о технических и наблюдательных возможностях нового прибора, разработанного для наблюдений на 1-м телескопе Цейсс-1000 САО РАН. Технические испытания многорежимного фотометр-поляриметра (Multi-Mode Photometer-Polarimeter, ММРР) проводятся с 2019 года, в настоящее время он внедряется в штатную эксплуатацию телескопа.

ММРР устанавливается в фокусе Кассегрена и комплектуется камерой Eagle-V с жидкостным охлаждением (до -100 град.С). Две турели по пять позиций могут использоваться с высокоэффективными интерференционными фильтрами широкополосной системы Джонсона-Коузинса (диаметром 50 мм, производства Astrodon), а также с более узкополосными фильтрами, центрированными на основные эмиссионные линии изучаемых объектов. В поляриметрическом режиме имеется возможность изучения линейной и круговой поляризации. По сравнению со стеклянными фильтрами, применяемыми в ПЗС-фотометре, интерференционные дают заметное увеличение эффективности наблюдений, а сочетание нескольких методик в одном приборе делает ММРР современным инструментом для решения широкого круга фотометрических и поляриметрических задач. Так, например, с помощью призмы Амичи возможна бесщелевая спектрополяриметрия низкого разрешения.

Желтобрюхов Максим (1), Зубко Е. (2), Чорная Е. (3,1), Кочергин А. (3,1), Вайдин Г. (2,4), Корниенко Г. (1), Сангсу С. Ким (2)

maxim.s.zheltobryukhov@gmail.com

(1) *Институт прикладной астрономии РАН, Россия*

(2) *Университет Кенхи, Южная Корея*

(3) *Дальневосточный федеральный университет, Россия*

(4) *Институт космической науки, США*

МИКРОФИЗИКА ПЫЛИ В РАСПАДАЮЩЕЙСЯ КОМЕТЕ C/2019 Y4 (ATLAS)

Проведены поляриметрические исследования кометы C/2019 Y4 (ATLAS) до и после ее распада. Наблюдения покрывают широкий диапазон фазовых углов, от 31 до 76 градусов. Распад кометы характеризовался значительным увеличением положительной поляризации, которая достигла значения $(96,5 \pm 3,4)\%$ и на фазовом угле 49.5 градусов. Этот феномен предполагает доминирование в коме частиц пыли с большим содержанием углерода (органика, аморфный углерод), $(96,5 \pm 3,4)\%$ от всего объема светорассеивающих частиц. В последующие даты, степень линейной поляризации заметно уменьшилась, что может быть объяснено преимущественным выносом пыли с большим содержанием углерода из комы давлением солнечного излучения. Таким образом наши наблюдения предполагают, что на начальном этапе формирования Солнечной системы, доминировали углеродистые частицы пыли, по крайней мере на микронном масштабе. При этом, относительная объемная доля силикатных частиц не превышала нескольких процентов. Стоит отметить также, что, за исключением нескольких наблюдений, степень линейной поляризации кометы C/2019 Y4 (ATLAS) хорошо согласуется с таковой у кометы C/1995 O1 (Hale-Bopp).

Жужулина Елена Анатольевна (1), Киселев Н.Н. (1), Карпов Н.В. (2,3), Хорунжий П. (2)

zhuzhulina.alena@yandex.ru

(1) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

(2) Терскольский филиал Института астрономии РАН

(3) Международный центр астрономических и медико-экологических исследований НАН Украины

АПЕРТУРНАЯ ПОЛЯРИМЕТРИЯ ИЗБРАННЫХ КОМЕТ

Поляриметрия является эффективным методом изучения физических свойств малых тел солнечной системы. В настоящее время для изучения поляризации комет используются два метода – апертурная и панорамная поляриметрия. В 2018 г в КрАО и в обсерватории пик Терскол были введены в строй новые двухканальные фотоэлектрические поляриметры им. Н.М. Шаховского. Это позволило существенно расширить диапазон блеска наблюдаемых комет (до 15 зв.вел) и повысить точность получаемых результатов. В период с 2018 – 2019 годы были проведены поляриметрические наблюдения 11 комет, включая 6-ть короткопериодических комет 29P/Swassmann-Wachmann 1, 38P/Stephan-Oterma, 46P/Wirtanen, 68P/Klemola, 123P/West – Hartley, 260P/McNaught и 5-ть долгопериодических комет C/2017 T2 (PanSTARRS), C/2018 Y1 (Iwamoto), C/2018 N2 (ASASSN), C/2018 W2 (Africano), C/2020 A2 (Iwamoto). Интегральный блеск комет находился в пределах 10 – 15 зв.вел, а диапазон фазовых углов составил $1,4^\circ$ – 53° . Для 9 комет поляриметрические данные получены впервые. Наблюдения проводились в основном в фильтрах BVRI и частично в узкополосных кометных фильтрах, выделяющих области континуума и молекулярных эмиссий. Построена фазовая зависимость поляризации континуума комет. Проведено ее сопоставление с синтетической фазовой зависимостью поляризации комет, построенной по поляриметрической базе кометных данных (ПБКД). Показано, что новые данные в пределах точности

наблюдений $\leq 0.2\%$ совпадают с данными ПБКД и дополняют их на недостающих фазовых углах.

Ибрагимов Мансур Акбарович

mansur@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

КРАСНЫЕ ВСПЫШКИ НА ЗВЕЗДАХ: НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ И ВОЗМОЖНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

По доступной литературе и оригинальным данным собраны и представлены оптические наблюдения нового, ранее неизвестного феномена - «красные вспышки на звездах». Отличительные особенности этих вспышек следующие: 1) это «медленные» вспышки, 2) это вспышки с «красным» максимумом, 3) это вспышки с обратным («красным») распределением амплитуды вспышек, 4) это вспышки с «красными» оптическими цветами.

Создан первый каталог красных вспышек. Он включает 3 объекта и 5 наблюдавшихся на них вспышек: UU CrB (1 вспышка в 1980 г.), FF Ori (2 вспышки в 1991 и 1992 гг.), IX Oph (2 вспышки в 1992 и 1993 гг.). Проанализированы физические проявления красных вспышек. Показано, что они заметно отличаются от проявлений хорошо исследованных по наблюдениям вспышек типа UV Cet карликов солнечной окрестности. Основные отличия сводятся к следующим: 1) красные вспышки наблюдаются в системах со звездами F-K типов, 2) красные вспышки демонстрируют большую мощность (10^{36} - 10^{39} эрг), 3) красные вспышки «медленные» (длительности максимумов составляют больше 30 мин).

Спектральное распределение энергии в оптике во время красной вспышки также отличается от такового у вспышек типа UV Cet: красные вспышки демонстрируют «красный» максимум, «красное» распределение амплитуд и «красные» цвета. Например, красная вспышка 1992 г. у IX Oph показала для максимума и распределения амплитуд $\Delta R > \Delta V > \Delta B > \Delta U \approx 1.8 > 1.0 > 0.3 > -1.3$ mag, а для цветов $(U-B) \approx (B-V) \approx (V-R) \approx 2.0$ mag.

Предложена возможная интерпретация феномена красных вспышек на звездах. Наиболее непротиворечивым и естественным образом

совокупность физических проявлений и отличительных особенностей красных вспышек может быть объяснена в рамках представлений об экзоимпактах (exoimpacts) - столкновениях малых экзотел и экзоспутников в системах экзосолнечных планет между собой и с имеющимися в системе экзопланетами.

**Ибрагимов Мансур Акбарович, Шустов Б.М., Бисикало Д.В.,
Наливкин М.А., Нароенков С.А., Саванов И.С., Шугаров А.С.**

mansur@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

ШИРОКОУГОЛЬНЫЕ 1-М ТЕЛЕСКОПЫ ИНАСАН: ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Рассматривается опыт ИНАСАН по созданию широкоугольных 1-м телескопов с полем зрения 3 градуса. Обсуждаются уже имеющиеся наработки, текущее состояние дел по этому вопросу и перспективы создания широкоугольных телескопов класса 1-2 метра. Обсуждаются наработки и перспективы по созданию распределенной глобальной сети на основе таких телескопов. Основные полученные результаты сводятся к следующим:

1) В период 2015-2018 гг. силами ИНАСАН создан 1-м телескоп ASA AZ1000WF. Получен важный опыт создания (первого в РФ) оптического прецизионного широкоугольного 1-м телескопа с полем зрения 3 градуса.

2) ИНАСАН проводит модернизацию 1-м телескопа Цейсс-1000 Симеизской обсерватории. Модернизация предусматривает, в том числе, увеличение поля зрения этого 1-м телескопа до 0.8 градусов.

3) ИНАСАН проводит деятельность по проработке и продвижению проектов создания распределенных сетей широкоугольных 1-м телескопов. Эта деятельность осуществляется в двух основных направлениях: а) ведется работа по созданию первой очереди такой сети (международной Российско-Кубинской обсерватории) с привлечением средств МОН РФ, б) ведется работа (формирование коллаборации, подача совместной заявки и пр.) по созданию международной сети 1-м телескопов с использованием средств стран-участниц BRICS (BRICS FLAGSHIP PROJECT PROPOSAL: Optical Transient Network).

4) В ИНАСАН ведутся поисковые исследования по разработке и созданию широкоугольного 1.7-м телескопа с полем зрения 3 градуса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-11013.

Карпов Николай Владимирович

nvkarпов@yandex.ru

Институт астрономии Российской академии наук

РАЗВИТИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЦЕЙСС-2000 В ТЕРСКОЛЬСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

2-м телескоп фирмы Карл Цейс системы Ричи-Кретьена-куда уже 25 лет радуется нас и КТБТ выполнением программ астрономических исследований и заявок. Телескоп установлен в высокогорье на высоте 3150 м, отъюстирован, имеет ситалловую оптику дифракционного качества, современную оптическую систему и точную систему управления. На телескоп можно монтировать приборы весом до 300кг и габаритом до 2 м.

Для развития нашего наблюдательного комплекса мы планируем:

- увеличить число каналов и режимов измерений;
- увеличить скорость перехода от объекта к объекту;
- уменьшить требования к погодным условиям;
- повысить доступность и управляемость телескопа и приборов;
- получить возможность быстрой смены приборов и программ.

Для решения этих задач будут выполнены работы с большим гидом, контроллер в фокусе Кассегрена будет оснащен дополнительным фотометром и масочным дополнением офсетного гида. Для поляриметра запланировано увеличение числа каналов до 4-х, а затем и до 6-ти и применены более чувствительные приемники. Для купола планируется программное независимое позиционирование, а безопасность телескопа будет увеличена как в движении, так и при смене наблюдательных приборов.

Проект поддержан Министерством науки и высшего образования РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на

2014—2020 годы», проект № 05.621.21.0020 (идентификатор проекта RFMEFI62119X0020).

**Катышева Наталья Андреевна (1), Шугаров С.Ю. (1,2),
Ирсамбетова Т.Р. (1), Борисов Н.В. (3), Габдеев М.М. (3), Хамбалек
Л. (2)**

natkat2006@mail.ru

(1) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(2) Институт астрономии Словацкой академии наук

(3) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

НАБЛЮДЕНИЯ ЗВЕЗД ТИПА WZ SGE: СИСТЕМА V355 UMA = SDSS J133941.11+484727.5

В последние годы заметно возросло число карликовых новых, открываемых во время их вспышек, и, в том числе, звезд типа WZ Sge с орбитальными периодами около 90 мин. В докладе представлены результаты фотометрических и спектроскопических наблюдений катаклизмической переменной V355 UMa как в активном состоянии блеска (во время вспышки и ее спада), так и спокойном состоянии. Звезда была открыта службой SDSS-4), как карликовая новая типа, (с орбитальным периодом 82.5 мин. Эта система одна из немногих WZ Sge-звезд, которая стала изучаться еще до ее вспышки в 2011 году. В 2006 году Gänsicke et al. (MNRAS, 2006, 365, 969) обнаружили нерадиальные пульсации белого карлика. Этим система похожа на другие звезды типа WZ Sge – V455 And, EZ Lyn и некоторые другие.

Вспышка системы началась 7 февраля 2011 г., мы начали наблюдения 8 февраля и продолжали их до декабря 2011 г. Фотометрические наблюдения V355 UMa проводились на телескопе Цейсс-1000 САО РАН, телескопах Крымской обсерватории ГАИШ МГУ и Института астрономии Словацкой академии наук. На телескопе БТА САО РАН были получены спектры этой системы во время пост-вспышечной стадии (11 марта 2011 года).

Показана эволюция сверхгорбов во время вспышки, найден период сверхгорбов, а на поздней стадии вспышки – орбитальный период. Изучена зависимость амплитуды сверхгорбов от стадии активности.

Определено значение величины \dot{P}/P . Показано, как изменяется спектр в зависимости от фазы орбитального периода. Проводится сравнение с другими объектами типа WZ Sge.

**Комаров Владимир Владимирович, Борисов Н.В., Драбек С.В.,
Шергин В.С., Спиридонова О.И., Москвитин А.С., Комарова В.Н.,
Емельянов Э.В., Фатхуллин Т.А.**

[*komarov@sao.ru*](mailto:komarov@sao.ru)

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ТЕЛЕСКОП ЦЕЙСС-1000 САО – 30 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ

Астрофизические исследования выполняются на 1-м оптическом телескопе Цейсс-1000 САО РАН практически без остановок уже на протяжении 30 лет. Усилиями сотрудников САО проводится модернизация инструмента, совершенствование методик наблюдений и разработка новых приборов. В настоящее время Цейсс-1000 – современный мультирежимный комплекс, способный работать по многим научным программам: от фотометрии в широких и узких полосах до спектро-поляриметрических исследований со средним и высоким спектральным разрешением.

В работе приводится хронология 30-летних наблюдений на 1-м телескопе Цейсс-1000 САО РАН, описаны основная светоприемная аппаратура и ключевые программы наблюдений за этот период. Демонстрируются новые современные возможности астрофизических исследований, реализованные благодаря комплексной модернизации телескопа и внедрению новых светоприемников.

Кочергин Антон (1,2), Зубко Е. (3), Г. Вайдин (3,4), Чорная Е. (1,2)

kochergin.av@outlook.com

(1) Дальневосточный федеральный университет

(2) Институт прикладной астрономии РАН

(3) Университет Кёнхи, Южная Корея

(4) Институт космических наук, США

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ КОМЕТЫ 21P/ДЖАКОБИНИ-ЦИННЕРА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ПРОТЯЖЕННОСТИ КОМЫ В ПОДСОЛНЕЧНОЙ ТОЧКЕ

Приводятся результаты измерений протяженности кометной комы в подсолнечной точке и дана оценка микрофизических свойств пылевых частиц кометы 21P/Джакобини-Циннера. Наблюдения выполнены на 65 см телескопе с фокусным расстоянием 1300 см. В результате обработки серии изображений кометы и последующего применения алгоритма нелинейного растяжения контраста с использованием логарифмической шкалы, выявлено наличие двух областей в коме кометы, имеющих значительную разницу яркости. Измерения показали, что кома имеет две границы с подсолнечной стороны, (8100 ± 540) км и (16400 ± 540) км соответственно, для которых выполнены расчеты терминальных скоростей частиц кометной пыли. Наличие двух краев комы предполагает наличие двух типов пылевых частиц. Используя выводы Чорная и др. 2020 о наличии микронных частиц силиката с высоким содержанием магния в коме кометы 21P/Джакобини-Циннера и основываясь на результатах Зубко и др. 2015, пришли к выводу, что частицы аморфного углерода не могут достигать внешнего края комы, поскольку это предполагает довольно большую терминальную скорость, $V_0 = 620$ м/с. Отметим, что скорость расширяющегося газа при $rh = 1.014$ а.е. ограничена значением $V_{\text{gas}} = 844$ м/с (Кочран и Шлейкер 1993). В случае внутреннего края предельная скорость частиц аморфного углерода оказывается заметно меньше, $V_0 = 450$ м/с. Напротив, силикатные частицы с высоким содержанием магния требуют значительно более медленной эманации из ядра. Например,

значение $\beta = 0,54$ предполагает $V_0 = 220$ м/с для внутреннего края и $V_0 = 320$ м/с для внешнего края комы 21P/Джакобини-Циннера. Это соответствует $\sim 25-40\%$ эффективности передачи импульса от расширяющегося газа.

**Кузнецова Юлиана Геннадьевна (1), Крушевская В.Н. (1),
Видьмаченко А.П. (1), Андреев М.В. (1, 2), Бондарь А.В. (2), Сергеев
А.В. (2)**

juliana@mao.kiev.ua, sagittari07@gmail.com

(1) Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины

(2) Международный центр астрономических и медико-экологических исследований при Президиуме НАН Украины

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗВЕЗД С ТРАНЗИТНЫМИ ЭКЗОПЛАНЕТАМИ И ПРОТОПЛАНЕТНЫМ ДИСКОМ НА ТЕЛЕСКОПЕ ЦЕЙСС-2000

В работе представлены результаты спектральных наблюдений, проводимых на 2-метровом зеркальном телескопе Цейсс-2000 обсерватории пика Терскол с помощью куде-эшелле спектрометра в период 2007-2020 гг. Наблюдения велись в рамках программы «Фотометрические, спектральные и поляриметрические исследования планет-гигантов, малых тел Солнечной системы, звезд с экзопланетами и хромосферной активностью». Данные со спектральным разрешением $R=45000$ получены для таких объектов: транзитные экзопланетные системы HD 189733 и WASP-33; долгопериодическая двойная затменная система Epsilon Aurigae, вторичный компонент которой - протопланетный диск.

На основе наблюдений получены следующие результаты. В целях поиска и регистрации хромосферной активности у звезд, вызванной резонансным гравитационным воздействием внесолнечных планет-гигантов, для транзитных систем HD 189733 и WASP-33 с близкими массивными экзопланетами проведен анализ переменности хромосферных линий H&K CaII и Ha в спектрах, полученных на протяжении явлений транзитов; также обнаружены центральные эмиссионные пики в ядрах линий H&K CaII, являющиеся индикаторами хромосферной активности.

В процессе длительного мониторинга системы Epsilon Aurigae, начиная с 2007 г., получен обширный наблюдательный материал в течение двухлетнего затмения звезды газо-пылевым диском (2009-2011 гг.), а также вне затмения. Проведен анализ переменности линии H α и ряда других спектральных линий; обнаружены долго- и короткопериодические вариации профилей этих линий.

Наливкин Михаил Алексеевич, Саванов И.С., Нароенков С.А.

mnalivkin@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

СПЕКТРОГРАФ НИЗКОГО РАЗРЕШЕНИЯ UVEX. ПЕРВЫЕ ТЕСТЫ В УФ НА ТЕЛЕСКОПЕ ЦЕЙСС-2000 ОБСЕРВАТОРИИ ПИК ТЕРСКОЛ

В 2019 году авторами изготовлен спектрограф низкого разрешения UVEX, предназначенный для одновременной регистрации излучения объекта в диапазоне от 300 нм до 900 нм с разрешением $R \sim 1000$. Дополнительная научная ценность наблюдений со спектрографом UVEX состоит в возможности получать спектры низкого разрешения, содержащие недоступный для большинства обсерваторий ближний ультрафиолетовый диапазон от 300 нм, восполнить пробел между наземными и космическими наблюдениями и осуществлять наземную поддержку космических проектов.

В спектрографе были применены стандартные оптические и оптико-механические элементы из плавленного кварца с покрытиями для УФ диапазона. Разработана и изготовлена жёсткая, стабильная конструкция спектрографа. Инструмент оснащён системами подзора щели, блоком калибровки, содержащим спектральную лампу Fe-Ne с полым катодом, лампы плоского поля на УФ и видимый диапазоны; системой питания и управления блоком калибровки. В качестве тестового приёмника излучения использовалась камера ASI ZWO1600MM с CMOS-сенсором Panasonic MN34230PL и двухступенчатой термоэлектрической системой охлаждения. Ее входное окно было заменено на кварцевое с просветляющим покрытием на диапазон 250 нм...700 нм.

В ноябре 2019 г. были проведены первые испытания спектрографа UVEX на телескопе Цейсс-2000 высокогорной Терскольской обсерватории ИНАСАН. В качестве объектов для тестовых наблюдений были использованы звезды различных спектральных классов и яркости, в том

числе богатые эмиссионными линиями в УФ диапазоне. Фактическое разрешение спектрографа в середине спектрального диапазона от 307 нм до 911 нм составило $R=1150$. Приведены отдельные результаты тестовых наблюдений.

Нароенков Сергей Александрович, Наливкин М.А.

snaroenkov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

НАБЛЮДЕНИЯ НА РОБОТЕ-ТЕЛЕСКОПЕ ТЕРСКОЛЬСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИНАСАН

В Институте астрономии РАН с 2014 года ведутся работы по созданию роботизированных систем оптического мониторинга для решения обширного круга астрофизических задач. В 2019 году на основе трубы серийного 14-дюймового телескопа Meade LX200GPS в обсерватории на пике Терскол создан полнофункциональный робот-телескоп. Преимуществом таких систем является способность выполнять наблюдательные задачи либо совсем без участия оператора, либо с минимальным вмешательством человека в процесс наблюдения. Особенно ценно использование роботизированных систем наблюдения в труднодоступных местах, например, высоко в горах либо в местах со сложными метео-условиями. Высокогорная обсерватория Института астрономии РАН на пике Терскол (высота 3150 м.) как раз является подходящим местом для установки такой системы. Низкое содержание паров воды и прозрачность атмосферы в условиях высокогорья делает обсерваторию на пике Терскол одним из лучших наблюдательных мест в Европе.

Робот-телескоп IRT-35 активно используется для фотометрических наблюдения переменных звезд и поиск оптических проявлений высокоэнергетических событий, обнаруженных установками для регистрации космических лучей и нейтринными телескопами.

В 2020 годах в рамках проекта «Поддержка и развитие центра коллективного пользования научным оборудованием "Терскольская обсерватория" Института астрономии Российской академии наук (проект 05.621.21.0020)» будет проведена модернизация робота-телескопа. К телескопу IRT35 будет добавлен широкоугольный телескоп Celestron

RASA 11", и вместе два телескопа будут установлены на новую монтировку ASA DDM100.

**Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Вибе Ю.З., Гламазда Д.В., Кайзер Г.Т.,
Перминов А.С., Шагабутдинов А.А.**

eduard.kuznetsov@urfu.ru

Уральский федеральный университет

ПОЗИЦИОННЫЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ АСТЕРОИДОВ ПО ПРОГРАММЕ KASPAR

В Коуровской астрономической обсерватории Уральского федерального университета реализуется проект KASPAR (Kourovka ASteroid PAirs Research), посвященный исследованию пар астероидов, движущихся по близким орбитам. Задача проекта — оценить возраст пар и возможную причину их образования (разрушение астероидов, распад двойных и кратных систем астероидов и т.д.). Отбор пар астероидов выполнялся на основе анализа метрик Холшевникова (Холшевников и др, 2016, MNRAS, 462, 2275). Элементы орбит нумерованных астероидов и астероидов, наблюдавшихся в нескольких оппозициях, были взяты из системы AstDyS (<https://newton.spacedys.com/astdys/>). Для астероидов, входящие в эти пары, необходимо проведение позиционных и фотометрических наблюдений. Позиционные наблюдения выполняются с целью получения высокоточных улучшенных элементов орбит, которые будут использованы в качестве начальных данных для численного моделирования при получении оценок скорости дрейфа большой полуоси, обусловленного эффектом Ярковского. Фотометрические наблюдения проводятся с целью определения направления вращения астероидов (и направления дрейфа большой полуоси) на основе метода минимального дрейфа: при вращении астероида по часовой стрелке синодический период в момент оппозиции минимален и наоборот. В ходе наблюдательного сезона 2019–2020 гг. на телескопе СБГ (система Шмидта, диаметр зеркала 40 см) выполнены позиционные и фотометрические (в фильтрах V и R) наблюдения астероидов (6831) 1991 UM1, (8836) Aquifolium, (9999) Wiles,

(14779) 3072 T-2, (33560) D'Alessandro и др. Получены улучшенные элементы орбит, показатели цвета и оценки периодов осевого вращения.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-02-00015.

Погодин Михаил Александрович, Бескровная Н.Г.

mikhailpogodin@mail.ru

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

ПУЛКОВСКАЯ ПРОГРАММА СПЕКТРОСКОПИИ Ae/Be ЗВЕЗД ХЕРБИГА: 33 ГОДА НАБЛЮДЕНИЙ НА ЗТШ-2.6м В КРЫМСКОЙ АО

Представлены результаты спектроскопического мониторинга 9 Ae/Be звезд Хербига, проведенного на телескопе ЗТШ-2.6м в Крымской астрофизической обсерватории с 1986 по 2019 гг. В ряде случаев наблюдения проводились одновременно со спектроскопическими программами других обсерваторий, а также сопровождалась параллельной фотометрией и поляриметрией. Объектами исследований стали почти все Ae/Be звезды Хербига, видимые в северном полушарии с V ярче 9^m. Среди объектов программы четко выделяются 2 группы звезд: звезды ранних классов B0-B2 и Ae звезды с признаками сильного ветра. Несколько особняком стоит звезда HD259431 (B6). Всего за все годы наблюдений было получено около 1200 спектров, включая данные и других обсерваторий. Все 3 объекта класса B0-B2 оказались двойными системами. Наиболее горячая звезда HD53367 демонстрирует переменность типа Be-Bshell-B-Be, типичную для классических Be звезд. Ae звезды Хербига с признаками ветра на луче зрения показывают наличие азимутальных неоднородностей типа струй истекающего вещества и сезонные изменения широтного распределения звездного ветра. Было показано, что уникальный объект HD190073 имеет признаки широтной стратификации ветра, наблюдаемой во всех спектральных линиях.

Потанин Сергей Александрович (1,2), Белинский А.А. (1), Додин А.В. (1), Желтоухов С.Г. (1), Саввин А.Д. (3), Татарников А.М. (1), Черясов Д.В. (1), Чилингарян И.В. (1), Шатский Н.И. (1)

sr.potanin@gmail.com

(1) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(2) Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

(3) ВНИИА им. Духова

ДВУХЛУЧЕВОЙ СПЕКТРОГРАФ ДЛЯ 2.5М ТЕЛЕСКОПА КГО ГАИШ МГУ

Транзиентный Двухлучевой Спектрограф (ТДС) разработан для наблюдений нестационарных и внегалактических источников на 2.5-м телескопе КГО ГАИШ МГУ в оптическом диапазоне с низким спектральным разрешением. Регистрация спектра производится одновременно в двух каналах, коротковолновом (350 – 585 нм, дисперсия 1.21 Å/пиксель, разрешающая сила $R \sim 1200$ с рабочей шириной щели 1") и длинноволновом (565 – 750 нм, дисперсия 0.87 Å/пиксель, $R \sim 2200$), свет между которыми распределяется дихроичным зеркалом с 50% уровнем пропускания на длине волны 575 нм.

В синем канале имеется возможность автоматической смены решетки с основной на дополнительную с удвоенным разрешением.

Приёмниками служат две ПЗС-камеры на основе детекторов E2V 42-10, охлаждаемые до –70 градусов Цельсия и имеющие шум считывания менее 3 электронов на рабочей скорости считывания 50кГц. Высота входной щели 3 угловые минуты. В составе спектрографа имеется камера защелевого подсмотра и калибровочный узел, позволяющий снимать линейчатый спектр газоразрядной Ne-Kr-Pb лампы с полым катодом, а также светодиодный источник с непрерывным спектром ("плоское поле") для учета виньетирования и неравномерности ширины щели.

Световая эффективность (пропускание) всего оптического тракта, включая атмосферу, телескоп и спектрограф, но без учёта переменных потерь на щели, составляет в максимуме не менее 30% в "синем" канале и

45% в “красном”. Спектрограф постоянно установлен в фокусе Кассегрена 2.5 м. телескопа КГО ГАИШ МГУ вместе с фотометрической ПЗС-камерой широкого поля, свет в спектрограф подаётся вводящимся в тракт плоским диагональным зеркалом.

С ноября 2019 года на спектрографе ТДС проводятся регулярные наблюдения нестационарных объектов, а также галактик и туманностей.

Ростопчина-Шаховская Алла Николаевна

arost@craocrimea.ru

Крымская астрофизическая обсерватория РАН

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КРАО

Поляризационные исследования в Крымской астрофизической обсерватории начались в первой половине 50-х годов XX века. За более чем 60-ти летнюю историю поляризационным методом исследовались общее магнитное поле Галактики, переменность поляризации звёзд разных типов и внегалактических источников. В докладе представлен краткий обзор поляризационных исследований космических объектов, проводившихся в КраО и перспективы данного метода.

**Румянцев Василий Владимирович (1), Киселев Н. Н. (1),
Иванова А. В. (2)**

rum@craocrimea.ru

(1) Крымская Астрофизическая Обсерватория РАН

(2) Астрономический Институт Словацкой Академии Наук

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОЙ ПЗС-ПОЛЯРИМЕТРИИ В ПРЯМОМ ФОКУСЕ 2.6-м ТЕЛЕСКОПА (ЗТШ) КРАО.

Приведены результаты первых поляриметрических измерений астероида, сближающегося с Землей (АСЗ), 2014 JO 25 и кометы 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak, полученные 19 апреля 2017 года с ПЗС матрицей в прямом фокусе ($f/3.85$) 2.6-м телескопа (ЗТШ) КраО в фильтре R. Степень линейной поляризации астероида $P=2.69\pm 0.44\%$ на фазовом угле 55.6° , соответствует его принадлежности к S-классу астероидов. Соответственно, геометрическое альbedo астероида равно $p_v \approx 0.2$. Применение цифрового фильтра к прямому изображению кометы выявило присутствие в коме кометы джета и хвоста в направлении на Солнце ($PA=45.1^\circ$) и от Солнца ($PA=241.2^\circ$), соответственно. Максимальная степень линейной поляризации в околоядерной области кометы составила 18% на фазовом угле 69.8° . Для областей комы радиусом 865 – 4856 км поляризация уменьшалась в пределах 16.2% – 10.7%. Обсуждаются разные факторы, влияющие на величину максимальной степени поляризации кометы и распределение степени поляризации по коме.

Работа поддержана грантами РФФИ 17-42-92018\17 и 18-42-910019\18.

Саванов Игорь Спартакович (1), Нароенков С.А. (1), Наливкин М.А. (1), Дмитриенко Е.С. (2)

isavanov@inasan.ru

(1) Институт астрономии Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

АКТИВНОСТЬ ЗВЕЗДЫ FR Cnc ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАЗЕМНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Активность звезды FR Cnc (BD +16 1753, 1ES 0829 +15.9, 1RSX J083230.9+154940, HIP 41889) была впервые установлена при ее отождествлении с источником мягкого рентгеновского излучения 1ES 0829+15.9. Мы представляем результаты новых фотометрических наблюдений этой хромосферно-активной звезды, выполненных с помощью наземного и космического телескопов. Наблюдения с роботизированным телескопом на Звенигородской обсерватории ИНАСАН проводились с 2 по 13 марта 2019 г. в период, совпадающий с наблюдениями звезды космическим телескопом Astrosat. Всего получено по 450 оценок блеска в фотометрических системах B, V и R в течение 12 суток. По данным фотометрической переменности звезды в фильтре V построены карты поверхностных температурных неоднородностей. Площадь пятен на поверхности звезды в начале 2019 года составила порядка 12% от полной площади ее поверхности. 3 марта 2019 года при проведении наших наблюдений была зарегистрирована вспышка FR Cnc в момент, соответствующий $HJD = 2458554.25891447$ или 0.8 фазы вращения. Данные для вспышки указывают на быстрое возрастание блеска звезды на $0.^m19$ в полосе B и на $0.^m09$ в полосе V, вспышка длилась примерно 60 мин. Энергия, излученная во вспышке, составила $E_B = 2.2 \times 10^{33}$ эрг и $E_V = 1.4 \times 10^{33}$ эрг в полосах B и V, соответственно. Наблюдения звезды при продолжении миссии космического телескопа Кеплер K2 были выполнены в ходе кампаний 5 и 18. Нами была прослежена непрерывная эволюция активных областей на поверхности звезды в течении 303 оборотов звезды вокруг своей оси и получены

оценки параметра запятненности. Выполнены оценки энергии вспышек, максимальная энергия вспышки в полосе пропускания телескопа Кеплер составила величину 5.1×10^{33} эрг.

Работа поддержана грантом РФФИ 17-52-45048 ИНД_а.

**Саванов Игорь Спартакович (1), Петков В.Б. (1, 2), Бескин Г.М. (3, 5),
Вольвач Л.Н. (4), Дзапарова И.М. (1, 2), Джаппуев Д.Д. (2), Кочкаров
М.М. (2), Куреня А.Н. (2), Михайлова О.И. (2), Нароенков С.А. (1),
Наливкин М.А. (1), Новосельцев Ю.Ф. (2), Новосельцева Р.В. (2),
Романенко В.С. (2), Сергеев А.В. (2), Шляпников А.А. (4), Унатлоков
И.М. (2), Янин А.Ф. (2), Бирюков А.В. (5, 6), Бондарь С.Ф. (7), Иванов
Е.А. (7), Карпов С.В. (3, 5, 8), Каткова Е.В. (7), Орехова Н.В. (7),
Перков А.В. (7), Сасюк В.В. (5)**

isavanov@inasan.ru

- (1) *Институт астрономии Российской академии наук*
- (2) *Институт ядерных исследований РАН, Баксанская нейтринная обсерватория*
- (3) *Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук*
- (4) *Крымская астрофизическая обсерватория РАН*
- (5) *Казанский (Приволжский) федеральный университет*
- (6) *Московский государственный университет*
- (7) *АО Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения»*
- (8) *CEICO, Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Prague*

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОВОЛНОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ВСЕЛЕННОЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (ОТ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДО РАДИОДИАПАЗОНА) И В НЕЙТРИНО

Для проведения многоволновых наблюдений областей локализации кандидатов в гравитационно-волновые события создается наблюдательный комплекс из взаимодополняющих друг друга астрофизических инструментов, объединенными в информационную сеть с обменом сигналами в реальном времени. Информационная система комплекса обеспечит обработку и анализ полученной информации в реальном времени, и оперативное оповещение о результатах наблюдений. Гамма-излучение с пороговой энергией ~ 10 ТэВ будет регистрироваться на ливневой установке "Ковер-3" Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН. В оптическом диапазоне для быстрого отклика на алерты будут

использоваться робот-телескопы ИНАСАН: IRT-35 (обсерватория на пике Терскол), IRT-20 (Звенигородская обсерватория) и робот-телескоп в Симеизе (создаваемый в настоящее время). Поиск синхронных с ними оптических вспышек будет проводиться также с помощью уникального многоканального широкоугольного телескопа высокого временного разрешения Мини-МегаТОРТОРА (ММТ) САО РАН. В дальнейших наблюдениях будут использоваться более крупные по апертуре телескопы поддержки: 1 метровый телескоп Цейсс-1000 ИНАСАН в Симеизе и 2-х метровый телескоп Цейсс-2000 в обсерватории на пике Терскол. В радиодиапазоне наблюдения будут проводиться на 22 метровом радиотелескопе РТ-22 в Симеизе. На Баксанском подземном сцинтилляционном телескопе от областей локализации кандидатов в гравитационно-волновые события в южной полусфере будет проводиться поиск мюонных нейтрино с энергией выше 1 ГэВ.

Работа поддержана грантами РФФИ 16-29-13034 и 19-29-11027.

Сафонов Борис Сергеевич, Страхов И.А., Додин А.В., Ламзин С.А.

safonov@sai.msu.ru

Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

ПОЛЯРИМЕТРИЯ ДИФРАКЦИОННОГО УГЛОВОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Дифференциальная спекл-поляриметрия - это метод, предназначенный для исследования распределения поляризованного потока в астрофизических объектах с дифракционным разрешением. Метод базируется на обработке большого количества короткоэкспозиционных изображений объекта, получаемых одновременно в двух ортогональных состояниях поляризации (Safonov et al, MNRAS, 484, 5129). Для реализации метода на 2.5-м телескопе КГО ГАИШ МГУ нами был создан специализированный инструмент — спекл-поляриметр (Сафонов и др., ПАЖ, 43, 344). Основные классы астрофизических объектов, доступных прибору и методу — это пылевые оболочки молодых звезд и звезд на поздних стадиях эволюции.

Со спекл-поляриметром мы впервые обнаружили поляризованные оболочки угловым размером 0.05-0.15 секунд дуги у ряда полуправильных переменных звезд, например у *mu* Cep (Safonov et al, MNRAS, 484, 5129). Часто обнаруженные оболочки показывают переменность морфологии, ассоциированную с фотометрической переменностью объекта. Так, в оболочке пульсирующей полуправильной звезды V CVn выделяются две области, меняющие свой блеск с тем же периодом что и звезда, но с существенными задержками фазы, до полупериода (Сафонов и др, ПАЖ, 45, 453). Эти данные позволяют предположить что пульсации V CVn существенно отклоняются от чисто радиальных.

Холтыгин Александр Федорович (1), Пузин В.Б. (2), Соколов И.В. (2)

afkholtygin@gmail.com

(1) Санкт-Петербургский государственный университет

(2) Институт Астрономии Российской академии наук

**ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ В
СПЕКТРАХ ОВ ЗВЕЗД ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА 2-М ТЕЛЕСКОПЕ
ОБСЕРВАТОРИИ НА ПИКЕ ТЕРСКОЛ.**

Представлены результаты анализа наблюдений высокого временного разрешения (~ 4) мин В0.5V звезды eps Per A на 2-м телескопе обсерватории на пике Терскол. Зарегистрированы регулярные компоненты вариаций профилей линий с периодами от 1.5 до 18 часов. Обнаружены свидетельства нерегулярных вариаций профилей линий на минутных шкалах времени. Обсуждается природа таких вариаций. Отмечается возможность изучения быстрых вариаций профилей линий на минутных шкалах с помощью телескопа Цейсс-2000.

Работа поддержана грантом РФФ № 18-12-00423.

**Шмагин Владимир Евгеньевич (1), Борисов Г.В. (2), Шугаров А.С. (1),
Шустов Б.М. (1), Буслаева А.И. (1), Наливкин М.А. (1)**

shugarov@inasan.ru

(1) Институт астрономии Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

КОНЦЕПЦИЯ ОБЗОРНОГО ТЕЛЕСКОПА АПЕРТУРОЙ 1 М, ОСНАЩЁННОГО КМОП ДЕТЕКТОРОМ ФОРМАТА 9к x 9к.

Представлена концепция эффективного обзорного телескопа апертурой 100 см. Телескоп рассматривается как элемент будущей сети оптических телескопов. Основные фундаментальные и прикладные задачи, для решения которых предназначена сеть - проведение обзоров; наблюдения оптических транзиентов; обнаружение астероидов, сближающихся с Землёй; наблюдения объектов в ближнем космосе.

Характеристики телескопа - большое поле зрения телескопа (5°) согласованное с КМОП детектором формата 9к x 9к (около 90 мм x 90 мм) - позволяют выполнять наблюдения большого участка неба (~ 10000 кв. градусов в течение суток) на глубину до 20^m - 21^m . Предлагаемый телескоп обладает хорошим соотношением поле зрения/проницающая сила/цена, что позволит в перспективе, имея долготно-распределённую сеть таких телескопов (4-10 шт.), решить задачу круглосуточного контроля всего доступного неба до 21^m . Телескоп и, соответственно, сеть обладают определёнными преимуществами перед аналогичными уже реализуемыми зарубежными проектами, проведено соответствующее сравнение.

Указанные преимущества могут быть достигнуты благодаря применению новой светосильной оптической схемы, согласованной с широкоформатным приёмником излучения на монолитном 100 Мпикс КМОП сенсоре с быстрым считыванием (< 1 с) и низкими шумами ($RN \sim 4 e^- rms$).

Нами представлены предварительные параметры оптической схемы телескопа и перспективной камеры на основе КМОП чипа фирмы GPIXEL. Предложены планарный и коаксиальный варианты реализации

селектора светофильтров в количестве до 8 шт., а так же эскизная компоновка телескопа.

Работа поддержана грантами РФФИ в рамках научных проектов №19-29-11013 и №19-29-11027.

Шугаров Андрей Сергеевич

shugarov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КМОП И ПЗС ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ШИРОКОУГОЛЬНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ

В работе представлены последние разработки и тенденции в области крупноформатных КМОП и ПЗС детекторов оптического диапазона.

Тенденция развития классических ПЗС на примере CCD250-82 – повышение скорости считывания (2 с, шум считывания $5 e^- rms$) за счет увеличения параллелизма (16 усилителей), расширение спектрального диапазона (>80% в диапазоне 370-940 нм) за счет применения толстых подложек и многослойных покрытий, создание чипов с 4-х сторонней стыкуемостью с коэффициентом заполнения >90%.

В проекте TAOS II впервые используется мозаика общим форматом 9к x 9к (150x150 мм), состоящая из 10-ти КМОП CIS113 с трехсторонней стыкуемостью. Благодаря использованию КМОП, широкоугольные телескопы проекта TAOS II (апертура 1.3 м, поле зрения 1.7°) позволяют проводить одновременную фотометрию 10000 звезд с частотой 20 Гц.

Компания GPIXEL освоила выпуск КМОП формата 6к x 6к (60x60 мм) с быстрым считыванием (~ 4 мс), которые могут быть использованы в телескопах с апертурами 50-80 см, требовательным к скорости считывания. В 2020 г. ожидается КМОП формата 9к x 9к (90x90 мм) с пикселем 10 мкм. Данный монолитный КМОП для телескопов класса 1 м является хорошей альтернативой ПЗС мозаикам или одиночным ПЗС типа CCD290-99.

Появление КМОП с очень мелким пикселем (3-5 мкм), обладающие при этом хорошим динамическим диапазоном и чувствительностью, например Sony IMX411 формата 14к x 11к (153 Мпкс) с пикселем 3.76 мкм, позволяет при наличии согласованной с детектором оптики увеличить информационную емкость широкоугольных телескопов

умеренной апертуры. Компания GPIXEL обладает возможностями изготовления КМОП формата 20к x 20к (90x90 мм) с пикселем 4.6 мкм, пригодных для телескопов с апертурой около 1 м.

Успешно осуществлены опыты по изготовлению выгнутых и вогнутых КМОП чипов на примере CMV20000 с радиусом кривизны 150 мм практически без ухудшения оптико-электронных характеристик. Подобная технология может найти применение в широкоугольных телескопах малых апертур до 20 см.

Работа поддержана грантом РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-11013.

Шустов Борис Михайлович

bshustov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ СЕГМЕНТЕ РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ПАРИРОВАНИЯ АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ ОПАСНОСТИ

В России уже давно пора по образцу развитых стран создавать общенациональную систему изучения и парирования космических угроз, в частности астероидно-кометной опасности (АКО). Первоочередной задачей является решение проблемы обнаружения опасных небесных тел (ОНТ). В современной трактовке проблемы АКО задача обнаружения должна рассматриваться как задача оперативного и массового (т.е. не ниже некоторого порога полноты, обычно 90%) выявления опасных тел размером более 50 м на дальних подступах к планете (т.е. не менее чем за 3-4 недели до возможного столкновения). Пока что количество обнаруженных опасных небесных тел размером более 50 м не превышает 1% от общей оценки числа таких тел. Опыт Челябинского события показал, что также нужно в околоземном пространстве обнаруживать тела размером более 10 м с целью предупреждения о возможном столкновении не менее, чем за 3-5 часов до этого события.

В докладе рассмотрены основные требования к специализированным телескопам системы обнаружения, которые различны для двух указанных режимов и перспективы создания таких инструментов. Для системы мониторинга (follow up) ОНТ можно и нужно использовать «обычные» астрономические телескопы. Особое внимание уделено международной кооперации (в частности сети IAWN, International Asteroid Warning Network). Кратко обсуждаются перспективы кооперативных наблюдений с космическими телескопами.

Щербина Марина Петровна (1), Савелова А.А. (1), Бусарев В.В. (1,2)

morskayaa906@yandex.ru

(1) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

(2) Институт астрономии Российской академии наук

МЕТОД «ШАБЛОНОВ»: ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ТИПОВ АСТЕРОИДОВ

Спектрофотометрические исследования астероидов Главного пояса (АГП) и астероидов, сближающихся с Землёй (АСЗ), до ~17m вполне успешно и с минимальными затратами могут проводиться на наземных обсерваториях с телескопами умеренных размеров (~2 м), имеющимися в Терскольской обсерватории (ТО) ИНАСАН и Кавказской горной обсерватории ГАИШ. Это позволяет достаточно оперативно определять или уточнять спектральные типы АСЗ и АГП для оценки химико-минерального состава их вещества.

Основываясь на таксономических классификациях Толена (Tholen, 1989) и Бас (Bus, Binzel, 2002), с целью определения спектральных типов астероидов по форме их спектров отражения была написана программа в операционной среде MATLAB. По данным спектрального обзора ~1500 астероидов SMASSII (Bus, Binzel, 2002) и по уточненной информации об этих телах из базы Ferret (<https://sbnapps.psi.edu/ferret/>) в системе координат R (нормированная отражательная способность астероида на длине волны 0,55 мкм) – λ (длина волны в диапазоне 0,4-0,9 мкм) были найдены ориентировочные границы каждого таксономического класса, между которыми должны лежать спектры отражения астероидов соответствующих спектральных типов. Путем наложения найденных т. н. "шаблонов" спектральных типов и исследуемого спектра отражения астероида можно с достаточной степенью точности определить его таксономический класс или спектральный тип. Таким образом, данная программа позволяет ускорить и упростить процесс определения спектрального типа астероида и, следовательно, сделать оценку минералогического состава его вещества по стандартным наборам

минералов, установленных для каждого таксономического класса по образцам-аналогам (напр., Gaffey et al., 1989).

В докладе будут представлены примеры определения с помощью рассматриваемой программы спектральных типов некоторых астероидов, спектры которых были получены в ТО ИНАСАН.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАнных. ТЕОРИЯ

Антипова Александра Викторовна, Макаров Д.И.

osen.nayti@gmail.com

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИК, ВИДИМЫХ С РЕБРА

Мы представляем структуру базы данных галактик, видимых с ребра. Данная база данных объединяет многочисленные фотометрические и спектральные наблюдения, а также литературные данные, для изучения трехмерного распределения светящегося вещества в галактиках и определения параметров темного гало. Структура базы данных включает в себя таблицу, которая описывает наборы данных, таблицу описывающую каждый конкретный объект своим набором данных, таблиц, содержащих данные о кинематике и фотометрические данных. Кроме того, данная база данных содержит список кандидатов в галактики, галактики видимые с ребра, на основе обзора Pan-STARRS.

Работа поддержана грантом РФФИ 19-32-90244.

Арсентьева Алена Александровна, Кочергин А.В., Медведев Ю.Д.

medvedev@iaaras.ru

Институт прикладной астрономии Российской академии наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТУРОВ ФОРМ АСТЕРОИДОВ ПО ИХ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Описывается метод решения обратной геометрической задачи восстановления формы трехосного эллипсоида через проекцию на плоскость изображения. Он основан на матрице вращения с тремя специальными углами, которые максимально адаптированы для восстановления эллипсоидальной формы при непосредственном использовании фотометрических наблюдений. Кроме того, метод позволяет вычислять контуры выпуклых трехмерных фигур по изменениям световой кривой. Используется алгоритм рекурсивного квадратичного программирования для получения разложения в ряд Фурье замкнутой кривой, являющейся контуром выпуклого трехмерного тела. Коэффициенты разложения кривой получаются из коэффициентов разложения в ряд Фурье величин световой кривой. С помощью этого метода обработаны фотометрические наблюдения астероидов, сближающихся с Землей 1998 OR2 и 2017VR12.

Работа поддержана грантом РФФ 16-12-00071.

Ачарова Ирина Александровна (1), Шарина М.Е. (2)

iaacharova@sfedu.ru

(1) Южный Федеральный Университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ И ОКОЛОГАЛАКТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ОБЛАКОВ

Статистический анализ содержания химических элементов в окологалактических облаках (DLAs, LLSs, pLLSs) и шаровых скоплениях показал, что эти облака, вероятно, являются остатками того газа, в котором были сформированы шаровые скопления. Во-первых, оба типа объектов показывают бимодальное распределение металличности с минимумом около $[X/H] \approx -1$. Средние значения и стандартные отклонения металличности подгрупп шаровых скоплений и окологалактических облаков при $[X/H] < -1$ и при $[X/H] > -1$ имеют очень близкие значения.

Окологалактические облака с металличностью $[X/H] > -1$ появляются начиная с красного смещения $z \sim 2.5$. Это время как раз характеризуется активным образованием шаровых скоплений. В этой связи, исследование химического состава шаровых скоплений, совместно с изучением характеристик родительских облаков, позволяет сделать важные ограничения на нуклеосинтез сверхновых звезд типа Ia, происходящих из молодой звездной популяции. Наилучшее согласие получается для модели чисто дефлаграционного горения белого карлика, как классической W7, так и при пониженной плотности в центре $0.5-1.0 \text{ г/см}^3$.

Ачарова Ирина Александровна (1), Шарина М.Е. (2)

iaacharova@sfedu.ru

(1) Южный Федеральный Университет

(2) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ИССЛЕДОВАНИЕ НУКЛЕОСИНТЕЗА В ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЯХ ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ИХ ЭВОЛЮЦИОННОЙ СВЯЗИ С ОКОЛОГАЛАКТИЧЕСКИМИ ОБЛАКАМИ DLAs, LLSs, pLLSs

В исследовании разработан метод получения ограничений на нуклеосинтез сверхновых звезд типа Ia в шаровых скоплениях. Основой для предлагаемого подхода явилась возможность рассматривать окологалактические облака атомарного водорода как остатки родительских облаков, в которых были сформированы шаровые скопления (Acharova & Sharina, MNRAS, 2018, 481, 2074). В теории нуклеосинтеза химических элементов, при взрыве звезд этого типа, несколько свободных параметров, для которых используют диапазон возможных значений. Цель нашего исследования – углубить знания о формировании шаровых скоплений, а также выполнить анализ нуклеосинтеза различных химических элементов в шаровых скоплениях, получить значение средней их массы, выбрасываемой в окружающую среду при взрыве. Такие оценки позволят приблизиться к пониманию механизма, приводящего к возникновению сверхновых звезд типа Ia от короткоживущих предшественников.

Оказалось, что нуклеосинтез сверхновых типа Ia в шаровых скоплениях лучше всего согласуется с результатами модели с чисто дефлаграционным горением предшественника сверхновой – вырожденного углеродно-кислородного белого карлика, как двумерной модели с плотностью в центре 0.5 - 1.0 г/см³, так и одномерной с плотностью в центре 1г/см³. Для более точных выводов необходимо увеличить выборку однородного материала по содержанию различных химических элементов в высокометаллических и низкометаллических шаровых скоплениях.

Всероссийская конференция "Наземная астрономия в России. XXI век" (САО РАН, 21-25 сентября 2020)

Работа частично поддержана грантом РФФИ 18-02-00167 а.

Бескровная Нина Георгиевна, Ихсанов Н.Р.

beskrovnaya@yahoo.com

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

MAD-АККРЕЦИЯ НА БЕЛЫЕ КАРЛИКИ В AR SCO И AE AQR

AR Скорпиона представляет собой двойную систему с орбитальным периодом 3.56 часа, компонентами которой являются красный карлик M5V и белый карлик, который вращается с периодом 117 секунд и проявляет себя как ротационный (эжектирующий) радиопульсар. Быстрое торможение вращения белого карлика указывает, что магнитное поле на его поверхности превосходит 150 МГс и отбрасывает окружающую плазму далеко за пределы его полости Роша. Возраст белого карлика, оцениваемый по температуре его поверхности (около 10 000 К), достигает почти миллиарда лет, а характерное время торможения его вращения – всего 10 миллионов лет. Это указывает, что в относительно недавнем прошлом в системе происходил активный обмен массой между компонентами, в результате которого белый карлик, подобно подкрученным пульсарам, находился в состоянии интенсивной аккреционной раскрутки. Попытка развития этой гипотезы в рамках традиционных сценариев аккреции встречается, однако, с трудностями. В частности, раскрутить белый карлик с магнитным полем 150 МГс до наблюдаемого периода (117 с) в принятой на сегодня модели аккреции из кеплеровского диска оказывается затруднительно даже в предположении, что темп аккреции достигает значения, при котором светимость аккреционного источника подходит вплотную к Эддингтоновскому пределу. Происхождение белого карлика в столь необычном состоянии удастся, однако, объяснить в рамках сценария так называемой Magnetically Arrested Disk (MAD) аккреции. Мы показываем, что в этом случае радиус магнитосферы белого карлика оказывается на порядок меньше величины Альвеновского радиуса, что позволяет объяснить происхождение как AR Скорпиона так и другой системы с пульсароподобным белым карликом,

именуемой АЕ Водолея, в рамках типичных значений параметров, описывающих системы класса взрывных переменных.

Бобылев Вадим Вадимович, Байкова А.Т.

vbobylev@gaoran.ru

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

КИНЕМАТИКА ПОЯСА ГУЛДА ПО ЗВЕЗДАМ ТИПА Т ТЕЛЬЦА ИЗ КАТАЛОГА GAIA DR2

Изучены пространственные и кинематические свойства большой выборки молодых звезд типа Т Тельца из околосолнечной окрестности радиусом 500 пк. Для этого использован каталог Зари и др. (2018), содержащий более 40 000 звезд типа Т Тельца с собственными движениями и параллаксами из каталога Gaia DR2. Для части этих звезд известны значения лучевых скоростей. Подтверждена тесная связь этих звезд с поясом Гулда. Показано, что значительную часть, около 5-7 км/с/кпк, характерного для звезд пояса Гулда эффекта расширения (К-эффект) можно объяснить влиянием галактической спиральной волны плотности. После учета пекулярного движения Солнца относительно местного стандарта покоя, дифференциального вращения Галактики и волны плотности эффект собственного расширения становится очень малым.

Определены новые значения параметров экспоненциального распределения плотности пояса Гулда: среднее $z_0 = -25 \pm 5$ пк и шкала высот $h = 56 \pm 6$ пк. Предложен метод устранения фоновых звезд, находящихся на больших высотах по отношению к плоскости симметрии пояса Гулда. Для этого от обычной галактической системы координат осуществляется переход к новой системе координат, связанной с плоскостью симметрии пояса Гулда. Обнаружено, что эффект расширения рассматриваемой звездной системы (пояса Гулда), $K = 6 \pm 1$ км/с/кпк, определяется главным образом динамикой ассоциации Скорпиона-Центавра.

Кинематика ассоциации Скорпиона-Центавра изучена с использованием около 700 звезд типа Т Тельца. Новая оценка коэффициента линейного расширения ассоциации $K = 39 \pm 2$ км/с/кпк

получена с учетом влияния галактической спиральной волны плотности с амплитудой радиальных возмущений $f_R=5$ км/с и фазой Солнца в волне -120 град. Эллипсоид остаточных скоростей звезд этой выборки имеет главные полуоси $\sigma_{\{1,2,3\}} = (7.72, 1.87, 1.74) \pm (0.56, 0.37, 0.22)$ км/с и расположен он под углом 12 ± 2 град. к галактической плоскости.

Васильев Евгений Олегович (1,2,3), Щекинов Ю. А. (2)

eugstar@mail.ru

(1) Южный федеральный университет

(2) Астрокосмический центр Физического института имени П.Н.Лебедева

(3) Институт астрономии Российской академии наук

ЭВОЛЮЦИЯ ГАЗА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СВЕРХОБОЛОЧЕК

В видимых плашмя (face-on) галактиках наблюдаются многочисленные пузыри или сверхоболочки, сформированные вспышками сверхновых и ветром от массивных звезд. Некоторые из оболочек взаимодействуют между собой. Численно рассматривается процесс столкновения сверхоболочек, образованных множественными вспышками сверхновых в галактическом диске. Исследованы тепловые свойства газа при взаимодействии сверхоболочек. Обсуждаются изменения эмиссионных характеристик ионизованного газа в зависимости от параметров столкновения и условий в диске.

Закинян Артур Робертович, Куникин С.А.

zakinyan.a.r@mail.ru

Северо-Кавказский федеральный университет

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ТЕПЛОВУЮ КОНВЕКЦИЮ В МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

В работе приводятся результаты экспериментальных исследований влияния внешнего однородного магнитного поля на тепловую конвекцию в слое магнитного нанокolloида (магнитной жидкости). В рамках проводимых исследований изучено влияние магнитного поля на геометрию развивающихся конвективных течений, а также на динамику изменения температуры нагретого тела, помещенного в магнитный коллоид. В качестве методов исследования будут применяться измерения при помощи тепловизора, а также измерения при помощи системы термодатчиков. Экспериментальные исследования проводились на образце в форме вертикального плоского слоя коллоида, подогреваемого снизу, а также на образце в форме горизонтально расположенного протяженного слоя, также подогреваемого снизу. Изучены зависимости геометрии течений, а также интенсивности теплопередачи от величины и направления приложенного внешнего магнитного поля при различных величинах перегрева и свойствах магнитного нанокolloида. В частности показано, что однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно тепловому потоку, подавляет конвекцию, она развивается при больших величинах перегрева, чем в отсутствие магнитного поля. Продемонстрировано замедление теплопереноса в перпендикулярном тепловому потоку магнитном поле. Результаты экспериментальных исследований сопоставлены с данными численного моделирования тепловой конвекции применительно к рассматриваемым случаям. Численное моделирование осуществлялось по методу конечных разностей. Полученные результаты могут представлять интерес в качестве модельных для анализа процессов переноса, происходящих в звездной плазме.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-21030.

Ихсанов Назар Робертович, Бескровная Н.Г.

beskrovnaya@yahoo.com

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

ПОЧЕМУ БЕЛЫЕ КАРЛИКИ В НОВЫХ ВРАЩАЮТСЯ МЕДЛЕННО?

Новые звезды представляют собой тесные взаимодействующие двойные системы, состоящие из белого и красного карликов. Обмен массой между компонентами системы происходит в форме аккреции водородной плазмы, истекающей из атмосферы красного карлика, на поверхность его компаньона. Накопление и перемешивание поступающего таким образом газа с вырожденным веществом белого карлика с течением времени приводит к термоядерному взрыву, который сопровождается генерацией излучения и выбросом вещества из белого карлика и проявляется в форме вспышки Новой звезды. Одним из следствий такого сценария является увеличение углового момента белого карлика в течение фазы аккреции. Если аккреция на белый карлик происходит из кеплеровского диска, то период его осевого вращения успевает достичь предельно малого значения. Наблюдения, однако, показывают обратную картину: белые карлики, прошедшие вспышку Новой, вращаются относительно медленно. Ливио и Прингл в 1997 году обратили внимание, что данная проблема может быть решена учетом сброса массы с белого карлика в момент вспышки Новой. В рамках модели расширяющейся сферической оболочки вещество, покидающее белый карлик в течение взрыва, способно унести значительную часть углового момента белого карлика. Однако предложенный ими сценарий не охватывает всего разнообразия наблюдаемых явлений. В частности, вспышка Новой 1975 года в созвездии Лебедя произошла в двойной системе, являющейся полярром, и сопровождалась раскруткой белого карлика. Вследствие этого, система перешла в разряд асинхронных полярров, демонстрирующих явную тенденцию к синхронизации. Наблюдаемая картина ротационной эволюции белого карлика в этой системе указывает на существенную

асимметрию взрыва, что соответствует современным моделям Новых. В нашем докладе будет представлен обзор текущего состояния описанной проблемы и обсуждение возможностей ее решения в рамках сценария аккреции вещества с относительно малым угловым моментом.

**Калиничева Евгения Сергеевна (1), Саванов И.С. (1), Дмитриенко
Е.С. (2)**

kalinicheva@inasan.ru

(1) Институт астрономии Российской академии наук

(2) Государственный астрономический институт имени Штернберга МГУ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ВРАЩЕНИЕ ЗВЕЗД СПЕКТРАЛЬНОГО КЛАССА А

Фотометрические наблюдения высокой точности, полученные с космическим телескопом Кеплер, открыли возможности исследования переменности звезд, в том числе вызванной их вращательной модуляцией вследствие присутствия пятен на поверхности.

Наблюдательные проявления дифференциального вращения (ДВ) звезд могут быть исследованы, например, из различия периодов, установленных по расщеплению пиков в спектрах мощности блеска запятненных звезд. С использованием этого метода в (Reinhold et al., 2013, A&A, 560) и (Reinhold, Gizon, 2015, A&A, 583) были установлены параметры ДВ для представительных выборок с большим числом звезд в широком диапазоне эффективных температур (3200—12000 К). По данным ряда исследований можно сделать вывод о росте параметра $\Delta\Omega$ у звезд горячее 6700 К. Данные анализа (Balona, 2013, MNRAS, 431, 3) привели к установлению в спектре мощности А—В звезд специфического набора частот. В (Savanov, Dmitrienko, 2019, Ap, 62, 1) была сделана попытка интерпретировать происхождение пиков на спектрах мощности наличием групп пятен, расположенных на различных широтах звезды, которая обладает дифференциальным вращением.

Мы рассмотрели данные для 56 объектов из (Reinhold, Gizon, 2015, A&A, 583) с температурой фотосферы более 7500 К. Для каждого из них по данным архива Кеплер для мы построили спектры мощности и проанализировали фазовые диаграммы, соответствующие доминирующему периоду. Оказалось, что 43 из рассматриваемых звезд можно отнести к пульсирующим. Лишь остальные 13 могут

рассматриваться, как объекты с вращательной модуляцией блеска. У многих из них имеются пики для половинного значения величины периода вращения, которые принято объяснять наличием пятен на противоположных частях поверхности.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-12-00423.

Калиничева Евгения Сергеевна, Шематович В.И., Павлюченков Я.Н.

kalinicheva@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

ОБ ИСПАРЕНИИ АТМОСФЕРЫ ГОРЯЧЕГО НЕПТУНА GJ 436 b

Экзопланеты с протяженными водородно-гелиевыми оболочками были открыты в значительном количестве, многие из них находятся на чрезвычайно низких орбитах. Высокий уровень излучения родительских звезд может вызывать гидродинамический отток оболочек таких планет, что подтверждается наблюдениями. Горячие нептуны — это внесолнечные планеты, имеющие массу и радиус порядка соответствующих параметров Нептуна Солнечной системы, но обладающие гораздо более высокой температурой на уровне термосферы (до 10000К). Для моделирования газовых оболочек таких планет была использована одномерная самосогласованная аэрономическая модель водородно-гелиевой атмосферы, включающая надтепловые электроны (Ионов и др., 2017, АЖ, 61, 5). При проведении расчетов была обнаружена двухуровневая структура атмосферы горячего нептона: нижняя часть атмосферы более массивная и имеет экспоненциальный спад плотности, в то время как плотность верхней части атмосферы (короны) изменяется по степенному закону. Ранее с помощью этой же модели был сделан вывод о невозможности объяснения существования Пустыни горячих нептонов (малозаселенная область на диаграмме масса-период: масса 0.6-18 масс Нептуна, период менее трех дней) только лишь за счет потери атмосфер из-за жесткого ультрафиолетового излучения (Ионов и др., MNRAS, 2018, 476, 4). В случае относительно маломассивных горячих нептонов оценка верхнего предела оттока массы совпадает с оценками (Owen J.E., Annu. Rev. Earth Planet. Sci, 2019, 47) уровня фотоиспарения атмосферы. В случае более массивных горячих нептонов подобный механизм не приводит к потере значительной доли атмосферы.

Исследование выполнено в рамках проекта «Исследование звезд с экзопланетами» по гранту Правительства РФ для проведения научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых (соглашение №075-15-2019-1875).

Костенков Александр Евгеньевич (1,2), Винокуров А. (1), Соловьева Ю. (1)

kostenkov@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Санкт-Петербургский государственный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВ ULX С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ ПРОТЯЖЕННЫХ АТМОСФЕР

Данная работа является продолжением исследования параметров ветра ультраярких рентгеновских источников (ULXs) с использованием сеток моделей протяженных атмосфер. Мы представляем наборы моделей с температурами от 18000 до 56000 К в виде диаграмм эквивалентных ширин (EWs) эмиссионных линий и их отношений. Используя EW-диаграммы мы оценили фундаментальные параметры ветров для выборки спектрально исследованных ULXs. В работе также представлены результаты исследования влияния скоростного закона ветра на эквивалентные ширины наблюдаемых эмиссионных линий. Работа поддержана грантом РФФИ 18-32-20214.

Локтин Александр Васильевич, Дедов Евгений Олегович

dedov.ev98@gmail.com

Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТОВ И ИЗБЫТКОВ ЦВЕТА РАССЕЯННЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ ПО ДАННЫМ GAIA DR2

В работе представлена компьютерная программа для определения возрастов и избытков цвета рассеянных звездных скоплений. Для работы в программе используются данные астрометрической миссии GAIA, которые содержат помимо тригонометрических параллаксов, измеренных с высокой точностью, фотометрические данные: звездные величины и показатели цвета. В работе программы также используются наборы изохрон: кривых, точки которых указывают положение звёзд разных масс на диаграмме Герцшпрунга-Рассела в один момент времени. Для решения поставленной задачи программа реализует метод совмещения диаграммы звёздная величина – показатель цвета скопления с изохроной.

Митиани Гурам Шотаевич

[*gsmitiani@gmail.com*](mailto:gsmitiani@gmail.com)

Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

ХРОМАТИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ФПЗС С ПОЛНЫМ ОБЕДНЕНИЕМ

Исследуется эффект спектрально-зависимых геометрических искажений изображений в светосильных оптических системах, оснащенных ФПЗС с толстой высокорезистивной подложкой. Аберрация проявляется в ближнем ИК-диапазоне (0.9-1.1 мкм) и обусловлена оптико-геометрическими свойствами ФПЗС. В докладе представлены модель и расчет функции рассеяния точки. Описано влияние аберрации с точки зрения теории обработки сигналов. Оценивается влияние просветляющих покрытий ФПЗС.

Ноздрачев Тимур (1,2), Кочергин А. (1,2), Зубко Е. (3), Г. Вайдин (3,4)

kochergin.av@outlook.com

(1) Дальневосточный федеральный университет

(2) Институт прикладной астрономии РАН

(3) Университет Кёнхи, Южная Корея

(4) Институт космических наук, США

ОРБИТЫ И МИКРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧАСТИЦ ПЫЛИ КОМЕТЫ 29P/ШВАССМАНА–ВАХМАНА

Комета 29P/Швассмана–Вахмана считается одним из важнейших источников межпланетной пыли в Солнечной системе. Пылепроизводительность этой кометы на несколько порядков превышает таковую у комет семейства Юпитера. Кроме того, комета 29P/Швассмана–Вахмана остается практически непрерывно активной с момента своего открытия в 1927 году. Методом компьютерного моделирования, мы исследуем траектории частиц пыли микронного размера, выброшенных с поверхности ядра кометы 29P/Швассмана–Вахмана при прохождении перигелия и афелия. Мы учитываем воздействие на движение частицы пыли не только гравитационных сил Солнца и ядра кометы, но и давление солнечного излучения. Последнее характеризуется параметром β равным отношению силы давления солнечного излучения к силе гравитационного притяжения Солнца. Результаты нашего моделирования, в отсутствии гравитационного влияния больших планет, полностью согласуются с теоретическим результатом. Частица выброшенная с поверхности ядра кометы 29P/Швассмана–Вахмана в перигелии остается на замкнутой околосолнечной орбите при $\beta \leq 0,47$, а в афелии – при $\beta \leq 0,52$. При этом, большая полуось их орбит равна 192 а.е. и 766 а.е., соответственно. Очевидно, переход с таких орбит на орбиты полностью лежащие во внутренней части Солнечной системы займет продолжительное время.

Орехова Мария Кирилловна, Бахолдин А.В.

marorekhova@gmail.com

Университет ИТМО

СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ МОДУЛЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ

Модуль интегрального поля (МИП) – это уникальная оптическая система, которая позволяет достичь высоких значений пространственного разрешения спектральных астрономических приборов. Достижение высокого пространственного разрешения осуществляется посредством использования делителя поля – массива плоских зеркал малой ширины, расположенных под различным наклоном в фокальной плоскости телескопа. Предполагается, что МИП будет находиться в составе солнечного телескопа-коронोगрафа КСТ-3 с диаметром главного зеркала 3 метра ($f=40$ м, $A'=0.075$, $\Delta\lambda=390-1600$ мкм). Использование модуля интегрального поля позволит получать двумерные спектральные изображения частей Солнца с пространственным пределом разрешения $0,1''$ и спектральным разрешением 300 000.

В работе обосновано применение модулей интегрального поля для повышения пространственного разрешения спектральных астрономических приборов. Дано описание метода спектроскопии интегрального поля и предложена принципиальная схема. Представлена классификация типов делителей поля (массив микролинз, оптическое волокно, массив плоских зеркал), обоснован выбор используемого в работе типа делителя поля – массива плоских зеркал.

Приведены результаты разработки схемного решения модуля интегрального поля на основе параболических зеркал, а также дана оценка качества изображения. Полученное схемное решение позволяет преобразовать поле размером $0.75'' \times 12''$ (0.145 мм \times 2.327 мм) в длинную щель размером $0.094'' \times 96''$ (0.018 мм \times 18.617 мм).

Петров Дмитрий Владимирович, Жужулина Е.А.

dvp@craocrimea.ru

Крымская астрофизическая обсерватория РАН

ГЛОРИИ НА ВЕНЕРЕ: УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ И ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРА

Как известно, атмосфера Венеры состоит из большей части сферических микрочастиц высококонцентрированной серной кислоты. Из-за сферической формы рассеивателей в атмосфере Венеры происходит такое интересное оптическое явление, которое называется глорией. Глория - это оптический феномен, заключающийся в том, что яркость рассеянного света увеличивается при малых фазовых углах. Измерения фазовых зависимостей интенсивности света, рассеянного венерианскими облаками, проводились рядом космических аппаратов, например, Venus Monitoring Camera во время миссии Venus Express. Наблюдения проводились на трех длинах волн, равных 0,365, 0,513 и 0,965 мкм. До сих пор считалось, что существование глории подразумевает распределение частиц по размерам в достаточно малом диапазоне. Мы подробно изучили вопрос о существовании глории при различных параметрах рассеивающих частиц, таких как размер, показатель преломления, форма, а также изменение размеров при условии нормального (гауссовского) распределения по размерам. Для расчетов мы использовали как теорию Ми (для сферических частиц), так и метод матриц формы (для частиц несферических). Мы обнаружили, что заметная глория может существовать в более широком диапазоне размеров, чем считается раньше. Сферическая капля серной кислоты, имеющая размер $R = 1,0$ мкм, может производить глорию даже при вариации размера $\nu \approx 0,34$ мкм при длине волны 0,513 мкм. На длинах волн 0,365 и 0,965 мкм эта вариация оказывается еще больше. Кроме того, мы обнаружили, что несферические частицы могут также производить глорию, что позволило нам и определить максимально возможный диапазон несферичности частиц

атмосферы Венеры. Таким образом, мы установили максимально допустимые вариации размеров и форм сферических частиц H_2SO_4 , которые могут существовать в атмосфере Венеры. Наши данные могут быть полезны для построения фотометрических моделей, описывающих перенос излучения в облаках Венеры, а также для тщательной интерпретации наблюдений венерианской глории.

Петров Дмитрий Владимирович, Киселев Н.Н., Жужулина Е.А.

dvp@craocrimea.ru

Крымская астрофизическая обсерватория РАН

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОМЕТЫ 2P/ENCKE

Комета 2P/Encke, принадлежащая кометам семейства Юпитеров, имеет самый короткий орбитальный период из всех известных комет - 3,28 года. 23 января 2017 г. на 6-м телескопе БТА Специальной Астрофизической Обсерватории была проведена серия наблюдений кометы 2P/Encke. Наблюдения проводились при фазовом угле 46.8° с использованием широкого фильтра r-sdss (λ 6200/1200 Å) и среднего фильтра SED500 (λ 5019/246 Å). Также был измерен фотометрический цвет данной кометы. Нами было реализовано компьютерное моделирование процессов рассеяния света частицами неправильной формы, воспроизводящих реальные частицы кометной пыли. Кометная пыль состоит из частиц весьма неправильной формы. Один из наиболее удачных способов математического описания частиц сугубо неправильной формы предложил Муйнонен, создав математическую модель гауссовских (или логнормальных) неправильных частиц. Размер и форма гауссовой сферы определяются средним радиусом и логарифмом радиуса частицы в сферической системе координат $R(\theta, \varphi)$. Для компьютерного моделирования рассеяния света несферическими частицами часто используется метод T-матриц в его различных модификациях. Суть этого метода, разработанного Ватерманом, состоит в разложении рассеянного частицей электромагнитного излучения в ряд по векторным сферическим волновым функциям. В данной работе для моделирования рассеивающих свойств использована модификация метода T-матриц, именуемая методом матриц формы, или же Sh-матриц. С помощью данного метода была проведена интерпретация результатов наблюдений. Определены физических свойств и химического состава кометной пыли. Установлено,

что смесь частиц льда (26%), силикатов (38%) и органики (36%) дают наилучшее соответствие компьютерного моделирования и наблюдательных данных.

Рыспаева Елизавета Борисовна (1), Холтыгин А.Ф. (2)

e.ryspaeva@yandex.ru

(1) Крымская астрофизическая обсерватория РАН

(2) Санкт-Петербургский государственный университет

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СЛАБОМАГНИТНЫХ ОВ ЗВЕЗД

В отличие от звезд солнечного типа рентгеновское излучение звезд ранних спектральных классов не связано напрямую с их магнитными полями и не существует единого механизма генерации рентгеновского излучения ОВ звезд. Их рентгеновское излучение определяется особенностями конкретного объекта. Звезды ранних спектральных классов со слабым или еще не обнаруженным магнитным полем (слабомагнитные звезды) также могут быть яркими рентгеновскими источниками. Мы проанализировали рентгеновские наблюдения 102 ОВ звезд, выполненные на спутнике «ХММ-Newton». Исследование возможных зависимостей между характеристиками рентгеновского излучения ОВ звезд и их параметрами (скоростью потери массы, терминальной скоростью и кинетической энергией ветра и др.) показало, что эти зависимости справедливы как для магнитных, так и для слабомагнитных звезд. В то же время не найдено значимой корреляции между характеристиками рентгеновского излучения и величиной магнитного поля звезды. Это позволяет сделать вывод, что магнитное поле слабо влияет на свойства рентгеновского излучения ОВ звезд. Моделирование рентгеновских спектров показало, что рентгеновское излучение слабомагнитных ОВ звезд может быть описано как только тепловыми моделями, так и тепловыми моделями с добавлением компонента, описываемого степенным законом, который скорее всего является нетепловым. Это позволяет предположить, что значительная часть ОВ звезд могут быть источниками одновременно теплового и нетеплового рентгеновского излучения.

Саванов Игорь Спартакович

isavanov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

СВОЙСТВА ЗВЕЗДНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ

Следуя идее солнечно-звездной аналогии, явления корональных выбросов масс (СМЕ) ожидаются и на других звездах. Основными планетарными факторами воздействия звездных СМЕ являются сопутствующие межпланетные удары, возмущения плотности и скорости плазмы, ускорения энергичных частиц в областях ударов, а также искажения направления и модуля магнитного поля. Все эти факторы должны быть должным образом учтены при изучении эволюционных процессов на экзопланетах и их атмосферных и плазменных средах. Наблюдения, выполненные с космическим телескопом Кеплер и миссией TESS, открыли возможность изучения вспышечной активности и фотометрической переменности блеска звезд, вызванной вращательной модуляцией их запятненной поверхности, для десятков тысяч объектов. Исходя из аналогии солнечных СМЕ, мы модернизировали зависимость, связывающую число пятен (усредненное по месяцам) для Солнца с массой СМЕ так, чтобы она допускала использование суммарной площади звездных пятен. Это позволило нам по оценкам параметра запятненности для 34 тысяч звезд, найденным по их кривым блеска из архива космического телескопа Кеплер, выполнить оценки вероятных масс СМЕ для этих объектов. Полученные соотношения могут найти применение при оценке масс СМЕ для звезд с планетными системами при наличии пятен на их поверхности, а соответствующие результаты могут быть использованы для сопоставления с данными, полученными по другим методикам (например, по энергии вспышек звезд).

Исследование выполнено в рамках проекта "Исследование звезд с экзопланетами" по гранту Правительства РФ для проведения научных

исследований, проводимых под руководством ведущих ученых (соглашение N 075-15-2019-1875).

Суворкин Владимир Валерьянович, Курдубов С.Л.

suvorkin@iaaras.ru

Институт прикладной астрономии РАН

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХГРУППОВОГО МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ В ОБРАБОТКЕ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ

Астрометрические РСДБ наблюдения, лазерная локация спутников и беззапросные измерения ГНСС на протяжении десятилетий используются для решения различных фундаментальных и прикладных задач: построение земных и небесных систем координат, определение параметров вращения Земли, уточнение геофизических параметров глобальных моделей и локально-инструментальных параметров пунктов наблюдений. В практической реализации обработки измерений одним из ключевых аспектов является построение адекватной параметрической модели наблюдений с последующим применением какого-либо метода уточнения её параметров. Для этих задач используются классический МНК, фильтр Калмана, метод средней квадратической коллокации. В ИПА РАН в программном пакете обработки ГНСС-измерений был реализован так называемый двухгрупповой МНК и специальная схема параметризации и наложения условий, которые успешно применяются для ежедневной обработки наблюдений международной сети ГНСС-станций. В работе рассматривается адаптация двухгруппового МНК для оперативной обработки больших объемов ГНСС данных (до 10млн наблюдений в сутки). Показаны преимущества предлагаемого метода и особенности используемой параметризации. Обосновывается необходимость такого режима обработки при введении в сеть новых пунктов наблюдений для обеспечения наилучшей привязки. Показаны результаты обработки наблюдений в сравнении с результатами международных центров анализа ГНСС наблюдений.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № RFMEFI61319X0094, Соглашение № 075-15-2019-1717).

**Холтыгин Александр Федорович, Циопа О.А., Туманова И.М.,
Оболенцева М. А., Рыспаева Е. Б.**

afkholtygin@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ЗВЕЗД ХЕРБИГА: РОЛЬ АККРЕЦИИ В ЭВОЛЮЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

У примерно 20 из 100 Ae/Be звезд Хербига (НАЕВЕ) обнаружено магнитное поле. Среднеквадратичное среднее магнитное поле ансамбля магнитных звезд НАЕВЕ составляет около 100 Гс. Средние значения логарифмов магнитных полей и магнитных потоков этих звезд оказались значительно (до порядка величины) меньшими, чем соответствующие значения для звезд начальной главной последовательности (ГП). Магнитные потоки НАЕВЕ звезд уменьшаются с их возрастом и возрастают на порядок после выхода звезды на ГП. В то же время установлено, что магнитные потоки падают с ростом скорости аккреции вещества околозвездного диска. Такой эффект может в принципе объяснить увеличение магнитного потока при выходе звезды на ГП в результате прекращения аккреции околозвездного вещества. Обнаружено, что средние массы НАЕВЕ звезд в двойных системах в существенно превышают средние массы одиночных звезд Хербига, что возможно связано с перетеканием вещества компаньона на звезду НАЕВЕ. Исследованы рентгеновские спектры звезд НАЕВЕ. Корреляции рентгеновских светимостей и магнитных полей звезд данного типа не обнаружены.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-52-06004 Аз_a.

**Чорная Екатерина Дмитриевна (1,2), Зубко Евгений (3), Горден
Вайдин (3,4)**

ekaterina.d.chornaya@gmail.com

- (1) *Институт прикладной астрономии РАН*
- (2) *Дальневосточный федеральный университет*
- (3) *Университет Кёнхи*
- (4) *Институт космических наук США*

ОЦЕНКА РАЗМЕРА ЧАСТИЦ КОМЕТНОЙ ПЫЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 10-МИКРОННОЙ СИЛИКАТНОЙ ОСОБЕННОСТИ

Мы изучаем излучательную способность модельных частиц «агломераты обломков», используя метод приближения дискретных диполей (discrete dipole approximation, DDA). При помощи численного моделирования мы обнаружили, что в этих частицах присутствует 10-микронная силикатная особенность. Согласно теории Ми, которая ограничивает размер и/или морфологию пыли, эта особенность не должна существовать для частиц размером более 1 мкм; или частицы должны иметь очень рыхлую морфологию, а их составные части должны быть размером менее 1 мкм.

Излучательная способность зависит от комплексного показателя преломления материала m и от отношения радиуса r к λ падающего излучения. Мы адаптировали m для Mg-Fe пироксенового стекла ($Mg_{0.5}Fe_{0.5}SiO_3$) из Dorschner et al. (1995, Astron. Astroph., 300, 503) и исследовали радиусы частиц $r = 1, 5, 10$ и 20 мкм в диапазоне длин волн $\lambda = 8-13,5$ мкм. В каждой паре m и r мы рассматриваем минимум 500 случайно сгенерированных выборок для статистической надежности.

Численное моделирование 10-микронной силикатной особенности при помощи частиц «агломератов обломков» представляет большой практический интерес для исследования применимости этих частиц также для наблюдений комет в среднем ИК-диапазоне.

Шарина Маргарита Евгеньевна (1), Шиманский В.В. (2)

sme@sao.ru

(1) Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук

(2) Казанский (Приволжский) федеральный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОЖЕСТВЕННЫХ ЗВЕЗДНЫХ НАСЕЛЕНИЙ В ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЯХ НА СПЕКТРЫ ИХ СУММАРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Спектры умеренного разрешения суммарного излучения сорока шаровых скоплений нашей Галактики из работы Скиавон и др. (2005, ApJS 160, 163) и из наблюдательного архива 1.93-м телескопа обсерватории Верхнего Прованса (ОНР) были использованы для определения возраста, содержания химических элементов C, O, Na, Mg, Ca, Ti, Cr, Fe и Mn, а также среднего удельного содержания гелия (Y). Был применен метод сравнения наблюдаемых спектров с синтетическими, рассчитанными на основе плоско-параллельных гидростатических моделей звездных атмосфер Кастелли и Куруца (2003, Proceedings IAU 210). Параметры атмосфер задавались изохронами звездной эволюции Бертелли и др. (2008, A&A 484, 815). Возраст и Y определялись путем анализа профилей водородных линий серии Бальмера. Показано, что Y коррелирует с массой скоплений и наличием протяженной горизонтальной ветви. Из литературы известно, что доля звезд с измененными содержаниями элементов C, N, Na, O, Mg, Al в шаровых скоплениях Галактики по отношению к соответствующим содержаниям у звезд поля той же металличности и возраста тем больше, чем больше эти два параметра: масса скопления и Y. Кроме того наш анализ показал, что содержания углерода, определенные по интегральным спектрам шаровых скоплений систематически выше (на $\sim 0.4 \pm 0.15$ dex), чем соответствующие средние значения для красных гигантов. Таким образом, изменения в содержании углерода в процессе эволюции звезд в скоплениях детектируются нашим методом. Есть и другие проявления феномена множественности звездных населений, индивидуальные для каждого скопления.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-02-00167 а.

Шематович Валерий Иванович

shematov@inasan.ru

Институт астрономии Российской академии наук

АТМОСФЕРНЫЕ ПОТЕРИ ДЛЯ ГОРЯЧИХ ЭКЗОПЛАНЕТ

С текущей и планируемой деятельностью наземных и космических телескопов в поисках экзопланет малой массы в обитаемых зонах ближайших звезд наступает новая эра для продвижения знаний об образовании и потенциальной обитаемости экзопланет земного типа. Наиболее активно накапливаются наблюдения и развиваются теоретические модели для горячих экзопланет, которые расположены на близких к родительской звезде орбитах и, соответственно, их атмосферы подвержены воздействию экстремальных потоков жесткого ультрафиолетового излучения родительской звезды. Фотолиз и радиолиз атмосфер горячих экзопланет звездным УФ излучением и плазмой звездного ветра приводит к образованию надтепловых частиц (Shematovich, Russ. Chem. Rev. 80, 1013, 2019), которые являются важными драйверами тепловых и нетепловых процессов потери атмосферы горячими экзопланетами.

Для исследования данной проблемы был разработан комплекс кинетических моделей Монте-Карло для изучения детальной кинетики образования, переноса и релаксации надтепловых частиц в атмосферах горячих экзопланет (Shematovich et al., 2015), который, в частности, позволяет рассчитать скорости потери атмосферы для экзопланет на близких к родительской звезде орбитах и, соответственно, оценить какая доля исходных H₂-He оболочек может сохраниться на ранних стадиях эволюции остаточного диска.

В докладе представлен обзор оригинальных результатов исследований автора по проблеме потери атмосферы горячими экзопланетами. На примере горячей экзопланеты - непуна GJ436b, - представлены теоретические оценки скорости потери атмосферы за счет

тепловых и нетепловых процессов и приведено сравнение с результатами других авторов и с данными последних наземных и космических наблюдений. Эти оценки обеспечивают важные знания о физических состояниях соответствующих планетных атмосфер, скоростях потери атмосферы и эволюции планеты.

Исследование выполнено в рамках проекта «Исследование звезд с экзопланетами» по гранту Правительства РФ для проведения научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых (соглашение №075-15-2019-1875).