

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Специальная астрофизическая обсерватория
Российской академии наук
(САО РАН)

УДК 520; 523.3; 523.9; 524
№ АААА-А18-118012390345-3

УТВЕРЖДАЮ
Директор САО РАН

В.В. Власюк
«27» декабря 2017 г.

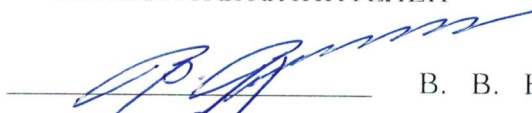
ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
по проекту «СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НЕСТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЗВЕЗД ГАЛАКТИКИ»
программы ПРАН П-7 «Экспериментальные и теоретические исследования объектов
Солнечной системы и планетных систем звезд. Переходные и взрывные процессы в
астрофизике» подпрограмма 2. «Переходные и взрывные процессы в астрофизике»
(Заключительный)

Отчет принят на заседании ученого совета САО РАН 26 декабря 2017 года
(протокол №359).

Нижний Архыз
2017

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель программы
Директор, к.ф-м.н.



В. В. Власюк (введение, раздел 1,
заключение)

Исполнители программы
Зав.лаб., к.ф-м.н.



Н. В. Борисов (раздел 1)

м.н.с., к.ф-м.н.



М. М. Габдеев (раздел 1)

с.н.с., к.ф-м.н.



Т. А. Фатхуллин (раздел 1)

н.с., к.ф-м.н.



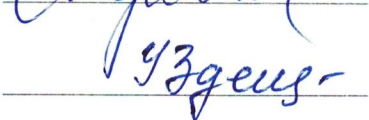
А. С. Москвитин (раздел 1)

н.с.



О.И. Спиридонова (раздел 1)

Нормоконтролер



Узденова И.А.

РЕФЕРАТ

Отчет 11 с., 3 рис., 1 прил.

Объектом исследований являются активные галактики и взаимодействующие тесные двойные звезды.

Цель работы — Исследования проявлений нестационарных процессов вблизи компактных объектов методами спектроскопии, фотометрии. В рамках проекта исследовались методами фотометрического и мониторинга выборка блазаров с одновременным проведением радиометрического мониторинга. Так же, проводились спектральные и фотометрические исследования взаимодействующих тесных двойных, включающие поиск новых представителей данного типа объектов, классификацию, определение наборов фундаментальных параметров и механизмов взаимодействия компонент, построение количественных моделей объектов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
I ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	11
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

С момента открытия быстрой переменности блазаров на временах порядка суток и меньше объяснение их внутреннего устройства стало большой проблемой. Число таких объектов по мере наблюдений непрерывно увеличивается, переменность наблюдается во всех диапазонах, со спутников и на земле, часто синхронно в разных диапазонах, но единой картины их поведения до сих пор не сложилось. Сопоставление данных в оптическом диапазоне с радио может показать, в каких случаях эта переменность присуща самим объектам – это могут быть как переменность центрального источника, так и изменение ориентации релятивистского луча по отношению к лучу зрения, а в каких работают внешние причины, такие, как эффект мерцания в межзвездной плазме.

Спектральные исследования предкатаклизмических и катаклизмических переменных позволяют кроме стандартных параметров объектов получить напряженность магнитного поля белого карлика и его параметры, степень синхронизации системы и т.д. Таким образом, современное изучение физики исследуемых объектов оказывается невозможным без комбинации доступных нам методов наблюдений. В рамках данного проекта мы проводим спектроскопические и долговременные фотометрические наблюдения. Их анализ включает как стандартные способы доплеровского картирования и анализа лучевых скоростей, так и численное моделирование эффектов отражения и переноса излучения в аккрецирующей структуре. В результате мы получаем самосогласованные и переменные по времени модели исследуемых двойных систем, что является целью наиболее современных астрофизических исследований в этой области.

Среди всех типов взаимодействующих тесных двойных систем особый интерес представляют полярные звезды типа AM Her, включающие белые карлики с высокой напряженностью магнитного поля (10-120 МГс). Наличие сильных магнитных полей приводит к разрушению стандартной дисковой аккреции вещества вторичной компоненты на белый карлик и формированию так называемой канализированной аккреции на его магнитные полюса в форме одной или двух колонн. Излучение полярных звезд характеризуется сильной круговой поляризацией в континууме - до 40%. Изучение полярных звезд является весьма актуальным, так как дает возможность исследовать состояние плазмы в сильных магнитных полях, которые невозможно создать в лабораторных условиях.

1 ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1.1 Исследования квазаров и объектов типа BL Lac – вспышка TXS0917+624

Продолжены многолетние синхронные наблюдения выборки квазаров и объектов типа BL Lac на оптическом 1-м телескопе САО РАН и 22-м радиотелескопе РТ-22 КраО. При этом данные радионаблюдений на частотах 4.8, 8, 14.5, 15, 22.2 и 36.8 ГГц анализировались совместно с оптическими наблюдениями в полосах В, V и R.

В рамках программы мониторинга удалось обнаружить первую за 15 лет мощную оптическую вспышку квазара TXS0917+624 с красным смещением 1.446. Среди важных особенностей квазара – значительная переменность его излучения в радиодиапазоне на временах часов и дней. Его средний поток в сантиметровом диапазоне превышает 1 Ян. Быстрые вариации радиопотока, отмеченные в конце 90-х гг., в начале нашего века стали существенно ниже.

Многолетние данные по переменности блеска квазара в фотометрической полосе R давали значения в диапазоне $18^m.1-19^m.5$ за 2001-2015 годы. Начиная с начала 2016 года, средний блеск объекта начал расти с сохранением переменности на коротких временах – дни и недели, выйдя в диапазон $17^m.3-18^m.1$. Последнее значение блеска в относительно «спокойной» фазе составило $17^m.44 \pm 0^m.02$ для даты наблюдений 18 ноября 2017 г (после периода летней невидимости объекта). За 20-дневный период без данных фотометрии блеск объекта драматически вырос, достигнув значения $15^m.34 \pm 0^m.02$ и $15^m.31 \pm 0^m.02$, 8 и 9 декабря, соответственно[4]. В дальнейшем блеск объекта демонстрировал в течении нескольких дней вариации на уровне $0^m.2$, после чего началось быстрое падение блеска до уровня $16^m.5$. на временах порядка одной недели. Кривая блеска квазара за последний год приведена на рис.1. Для оценки полной продолжительности вспышки крайне важны дополнительные наблюдения в ближайшие дни и привлечение всех доступных данных из радиодиапазона.

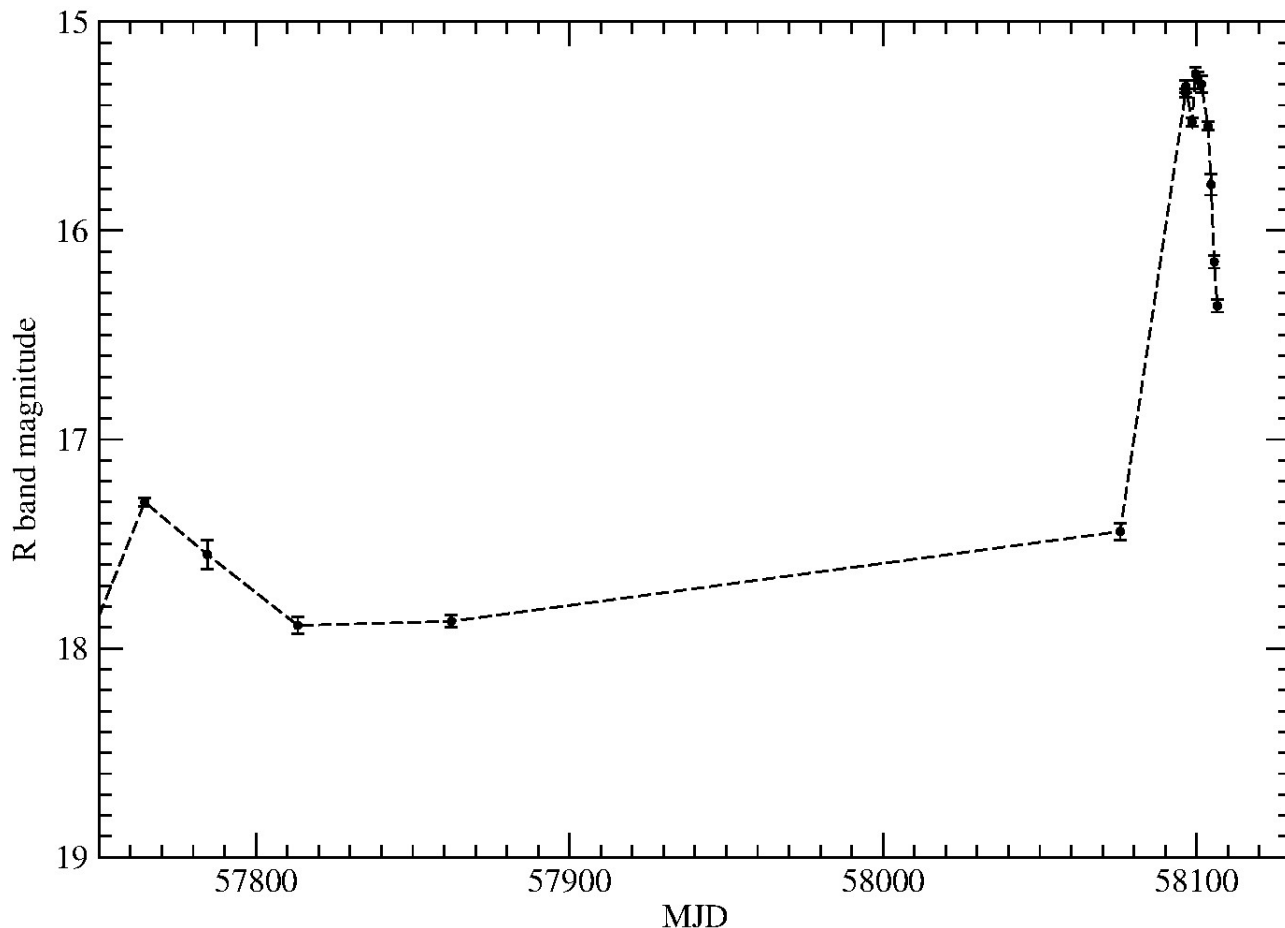


Рис.1. Кривая блеска в полосе R квазара TXS 0917+624 в 2017 году.

1.2 Исследования рентгеновской Новой Aql X-1 в 2017 г.

Среди объектов, изучаемых с помощью фотометрических методов на 1-м оптическом телескопе – рентгеновская Новая Aql X-1 - источник с наименьшим временем между соседними вспышками. Квазипериодические вспышки в данной системе происходят с интервалом около 1 года. Во время каждой вспышки наблюдаются рентгеновские всплески 1 типа, что говорит о присутствии нейтронной звезды в качестве компактного объекта в двойной системе. Орбитальный период Aql X-1: 18.97 часа. В спокойном состоянии оптическая звезда Aql X-1 слабеет до $21^m.6$ величины (фильтр V) и трудно разделяема со звездой поля $V=19^m.26$, расположенной от нее всего в $0''.46$. Фотометрические наблюдения оптического компаньона Aql X-1 в спокойном состоянии показывают двугорбую орбитальную переменность, характерную для эффекта эллипсоидальности у звезды, заполняющей свою полость Роша. Оптическая кривая блеска во время вспышки определяется излучением аккреционного диска и вкладом от звезды-компаньона. Периодическая переменность звезды-компаньона во время вспышки связана с эффектом прогрева.

Последняя вспышка в системе имела место в мае-июне 2017 г. Нам удалось первыми ее обнаружить [3], когда ее блеск достиг $17^m.54$ в полосе R, а затем принять участие в кооперативной программе ее исследования [2]. Синхронные исследования, проведенные на миссии SWIFT по

заявке нашей команды исследователей, показали также одновременный двукратный рост потока в жестком рентгеновском диапазоне (15-50 кэВ).

1.3 Исследования предкатаклизмических и катаклизмических переменных

Завершен спектральный анализ физического состояния и эволюции катаклизмической переменной GSC 02197-00886 из класса карликовых Новых типа WZ Sge. Наборы спектров системы для полного орбитального периода в момент вспышки (фаза поздней релаксации) и низком состоянии получены на БТА САО РАН. С использованием абсорбционных и эмиссионных линий HI, HeI и FeII получены наборы лучевых скоростей системы для всех ночей наблюдений и карты доплеровской томографии для ее низких состояний (см. Рис 2.). Найдено, что во вспышке спектры объекта формировались в оптически толстом аккреционном диске с эффективной температурой $T_{\text{eff}} = 45000$ К и более горячем пограничном слое. В процессе релаксации системы диск последовательно становился оптически тонким в континууме и все более сильных эмиссионных линиях. В низком состоянии в непрерывном спектре доминировало излучение остывающего белого карлика с $T_{\text{eff}} = 18000$ К, а эмиссионные линии, формировались под действием эффектов флуоресценции рентгеновского излучения источника 1RXS J213807.1+261958 на поверхности холодной звезды. Нами был предложен и реализован метод определения параметров белого карлика на основе численного моделирования спектров системы в низком состоянии и их сравнения с наблюдаемыми. Показано, что в процессе релаксации эффективная температура белого карлика понизилась на $T_{\text{eff}} = 6000$ К. Получен набор параметров GSC 02197-00886 и показано их хорошее соответствие средним параметрам карликовых Новых типа WZ Sge, представленным в литературе.

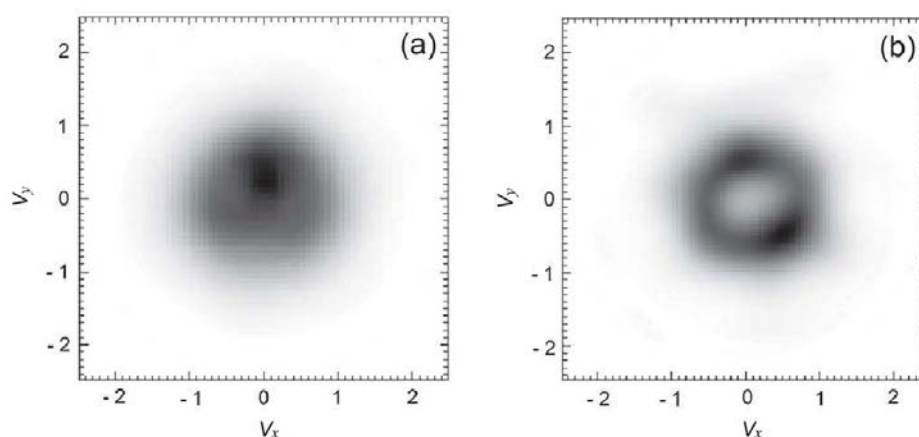


Рис 2. Доплеровская томография карликовой Новой типа WZ Sge GSC 02197-00886. а — высокое, б — низкое состояния.

Завершен анализ оптического излучения по результатам спектральных и фотометрических наблюдений 2 молодых предкатаклизмических переменных – PN G068.1 + 11.0 и TW Crv, излучение которых формируется под действием эффектов отражения. В таких системах ультрафиолетовое излучение горячей звезды поглощается в атмосфере холодного спутника и переизлучается в оптическом диапазоне. Проведено численное моделирование кривых блеска и спектров с определением полного набора ее фундаментальных параметров исследуемых систем. Показано что, горячие звезды принадлежат к классу sdO-субкарликов в стадии перехода на последовательность остывающих белых карликов.

На основе моделирования гармоник циклотронного излучения наблюдаемых в спектре поляр USNO-B1.0 1340-00183028 выполнена оценка параметров аккреционной колонны: $B = 31\text{--}34$ МГс, $T_e = 10\text{--}12$ КэВ, $\theta = 80\text{--}90^\circ$ и $\Lambda = 105$ (см. Рис 3.).

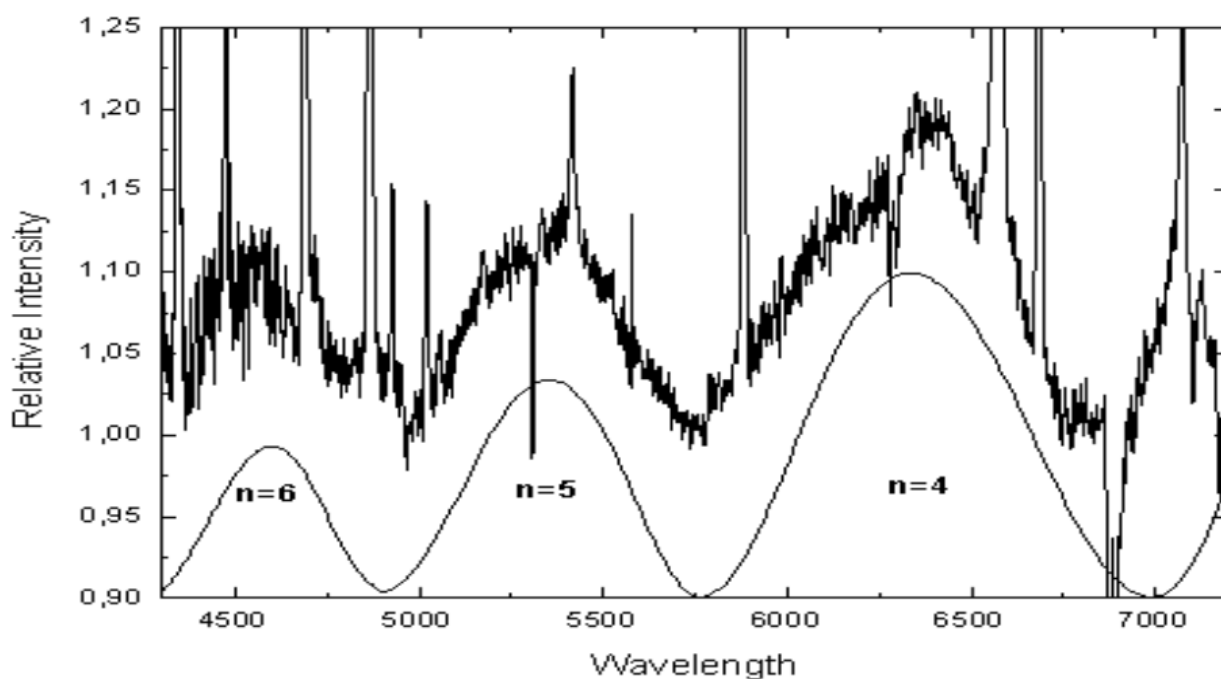


Рис 3. Наблюдаемые и рассчитанные циклотронные гармоники спектра USNO-B1.0 1340-00183028.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения настоящего проекта продолжен одновременный фотометрический и радиометрический мониторинг выборки блазаров и рентгеновской Новой Aql X-1. Получены новые данные.

Завершен спектральный анализ физического состояния и эволюции катаклизмической переменной GSC 02197-00886 из класса карликовых Новых типа WZ Sge.

Завершен анализ оптического излучения по результатам спектральных и фотометрических наблюдений 2 молодых предкатаклизмических переменных – PN G068.1 + 11.0 и TW Crv, излучение которых формируется под действием эффектов отражения.

На основе моделирования гармоник циклотронного излучения наблюдаемых в спектре поляра USNO-B1.0 1340-00183028 выполнена оценка параметров аккреционной колонны.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

1. Mitrofanova A.A., Shimanskij V.V., Borisov N.V. A Study of Precataclysmic Binaries Through Theoretic Modeling of Light Curves and Spectra // Stars: from Collapse to Collapse: Proc. of a Conf. held at Spec. Astrophys. Observatory, Nizhny Arkhyz, Russia, 3-7 Oct. 2016 / Balega Y.Y. et al. (ed.). — San Francisco, 2017. — P. 426-430. — (ASP Conf. Ser.; Vol. 510).;

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПУБЛИКАЦИИ, ТЕЛЕГРАММЫ И ЦИРКУЛЯРЫ

1. Meshcheryakov, A.; Bikmaev, I.; Irtuganov, E.; Sakhbullin, N.; Vlasyuk, V. V.; Spiridonova, O. I.; Khamitov, I.; Medvedev, P.; Pavlinsky, M. N.; Tsygankov, S. S.; Optical and X-ray rebrightening in NS X-ray Nova Aql X-1; The Astronomer's Telegram, No. 10541, 2017

2. Vlasyuk, V. V.; Spiridonova, O. I.; Detection of a possible new outburst in Aql X-1; The Astronomer's Telegram, No. 10441, 2017

3. Spiridonova, O. I., Moskvitin, A.S., Vlasyuk, V. V.; Detection of an unprecedented outburst in IDV QSO TXS0917+624; The Astronomer's Telegram, No. 11048, 2017