

УДК 524.38

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ И ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ РЕНТГЕНОВСКОГО ИСТОЧНИКА СПУТНИКА ИНТЕГРАЛ IGR 21343+4738

И.Ф. Бикмаев, Е.А. Николаева

Аннотация

В работе представлены предварительные результаты спектроскопического и фотометрического мониторинга оптической компоненты жесткого рентгеновского источника IGR 21343+4738 по наблюдениям на телескопе РТТ-150. Впервые получены оценки орбитальных параметров системы: γ -скорость системы равна -70 км/с, полуамплитуда кривой лучевых скоростей $K = 10$ км/с, орбитальный период системы составляет 40 или 80 дней. Выполнен предварительный анализ фотометрической переменности на разных временных масштабах – часы, дни, месяцы, годы.

Ключевые слова: Ве-звезды, рентгеновские источники, IGR 21343+4738.

Введение

Источник IGR 21343+4738 был зарегистрирован спутником ИНТЕГРАЛ во вспышечной стадии в 2003–2004 гг. с потоком 1.6 ± 0.3 мКраб, после чего поток упал ниже 0.5 мКраб и объект стал невидим для ИНТЕГРАЛа. Поиск объекта в оптике был начат в 2005 г. на 1.5-м российско-турецком телескопе (РТТ-150) в Национальной обсерватории TUBITAK (Турция) путем фотометрии поля в области источника. В 2006 г. область источника наблюдалась рентгеновским телескопом Чандра по заявке сотрудников Института космических исследований РАН [1], и координаты слабого рентгеновского источника совпали с положением оптической звезды с точностью в одну угловую секунду. В работе [2] была выполнена классификация оптической компоненты в качестве Ве-звезды 13-й величины. С 2007 года начались спектроскопические исследования оптической компоненты жесткого рентгеновского источника по наблюдениям на РТТ-150.

Для получения основных физических параметров системы, обсуждаемых в настоящей работе, потребовался многолетний ряд наблюдений, который был выполнен при участии сотрудников Казанского университета: Р.Я. Жучкова, С.С. Мельникова, А.И. Галеева, Э.Н. Иртуганова.

1. Наблюдения

На телескопе РТТ-150 выполнялись и фотометрические (с 2005 года), и спектроскопические (с 2007 года) наблюдения объекта. Для фотометрических наблюдений в 2005–2006 гг. использовалась ПЗС-матрица АНДОР (2048×2048 пикселей размером 13.5 мкм), термоэлектрически охлаждаемая до -60°C . С 2007 года наблюдения выполнялись с помощью прибора TFOSC. Фотометрические снимки были

Табл. 1

Усредненные результаты спектроскопических наблюдений

Период наблюдений	Количество ночей	$\langle V \rangle_{\text{H I}}^*$ км/с	$\Delta \langle V \rangle_{\text{H I}}^{**}$ км/с	$\langle V \rangle_{\text{He I}}$ км/с	$\Delta \langle V \rangle_{\text{He I}}$ км/с
29.07 – 19.10 2007 г.	16	–71	13	–75	12
29.07 – 14.09 2008 г.	4	–72	16	–67	14
19.07 – 21.11 2009 г.	8	–72	7	–68	6
03.08 – 23.08 2010 г.	10	–70	5	–61	5

* Среднее значение лучевой скорости.

** Ошибка определения среднего значения лучевой скорости.

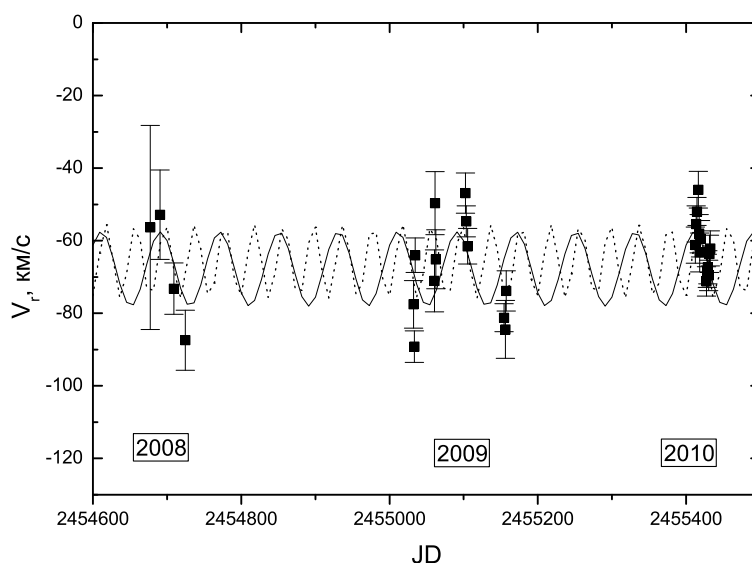


Рис. 1. Кривая лучевых скоростей, построенная по линиям HeI (пунктирная линия – свертка с периодом 40 дней, сплошная – с периодом 80 дней)

получены в основном в белом фильтре с экспозицией 5–30 с. Спектроскопия проводилась с использованием эшелле-моды с разрешением $2.5 \text{ \AA}$. Продолжительность экспозиций составила порядка 20 мин. Спектральный диапазон составляет $\lambda 4000\text{--}9000 \text{ \AA}$. Обработка спектров была проведена в программном пакете DECH20T [3] (см. также <http://www.gazinur.com>) и состояла из следующих операций: экстракция одномерных векторов из двумерных изображений, удаление космических частиц и дефектных пикселей, проведение континуума, калибровка длин волн, измерение лучевых скоростей спектральных линий. Общие результаты наблюдений представлены в табл. 1.

2. Спектроскопические исследования

Спектр оптической звезды содержит в основном водородные и гелиевые линии. Но водородные линии сильно искажены ветровой компонентой быстро вращающейся Be-звезды. Поэтому кривая лучевых скоростей была построена по линиям гелия (рис. 1). Наблюдения одинаково хорошо описываются синусоидами с периодами 40 и 80 дней. Свертка спектроскопических данных с указанными периодами представлена на рис. 2.

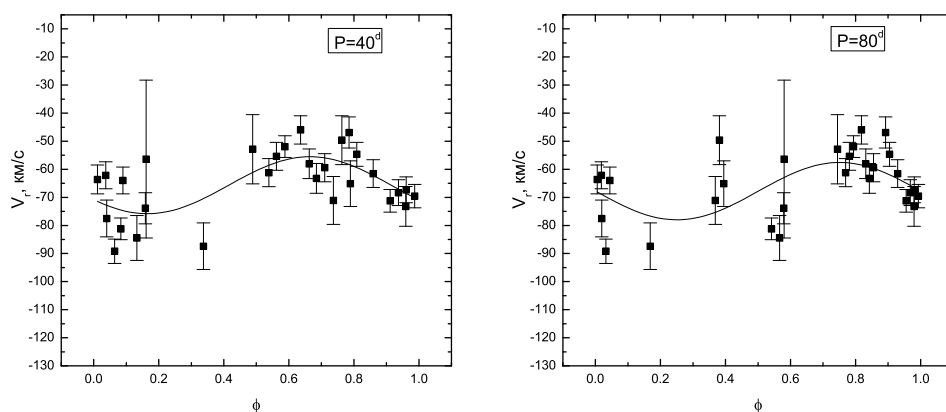


Рис. 2. Свертка кривой лучевых скоростей с периодами 40 (слева) и 80 (справа) дней

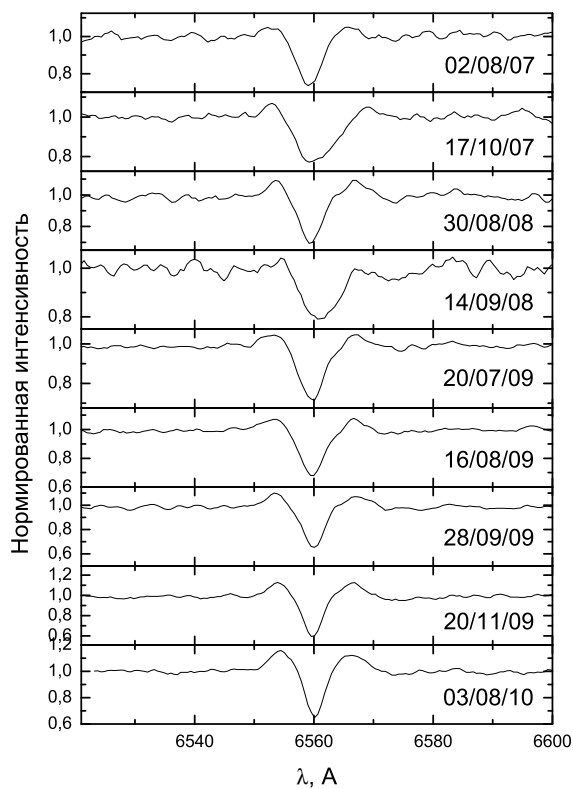


Рис. 3. Изменение профиля линии H_{α} со временем

Из анализа кривой лучевых скоростей впервые получены предварительные оценки орбитальных параметров системы: γ -скорость системы равна -70 км/с, полуамплитуда кривой лучевых скоростей $K = 10$ км/с.

Помимо орбитальной переменности и искажений, вызванных ветровой компонентой, имеется систематическое изменение профилей линий, а именно увеличение эмиссионной составляющей (рис. 3). Это может быть интерпретировано как накопление вещества в диске Ве-звезды.

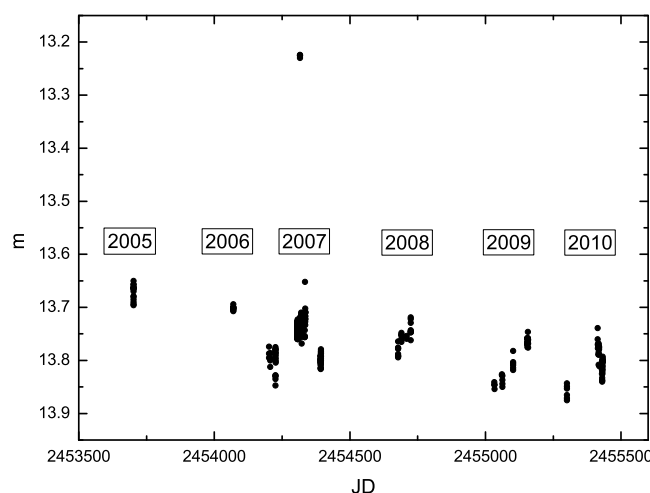


Рис. 4. Переменность оптической компоненты объекта IGR 21343+4738 в течение нескольких лет

Табл. 2
Результаты поиска фотометрического периода методом Лафлер – Кинмана

Период, сут	Параметр	Частота, $1/d$
1.0048557	0.759	0.9951678
2.9773830	0.792	0.3358654
1.5016792	0.800	0.6659212
92.2673352	0.853	0.0108381
78.9969884	0.865	0.0126587
67.0563334	0.881	0.0149128

3. Фотометрия

Фотометрическая переменность оптической компоненты объекта IGR 21343+4738 проявляется на разных временных масштабах: от одного часа (в 2007 г. в течение одной ночи наблюдалось увеличение блеска на 0.5^m) до одного года (многолетний тренд падения яркости, см. рис. 4). Одно из объяснений тренда уменьшения блеска оптической компоненты системы – увеличивающийся в размерах диск заслоняет Ве-звезду.

Исследование фотометрической переменности звезды методом Лафлер – Кинмана [4] с помощью программы WinEfK (В. Горанский, ГАИШ, Москва) дает нам несколько возможных периодов (табл. 2). Анализ свертки накопленных к сегодняшнему моменту данных с найденными периодами не позволяет пока однозначно остановиться на одном из них (рис. 5). Период $P = 1^d$ вызывает сомнения из-за суточной периодичности самих наблюдений. А период $P = 79^d$ близок к одному из периодов, найденных из анализа кривой лучевых скоростей.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 09-02-97013-р-Поволжье, 10-02-01145-а). Авторы благодарны ТЮБИТАК за частичную поддержку в использовании РТТ-150.

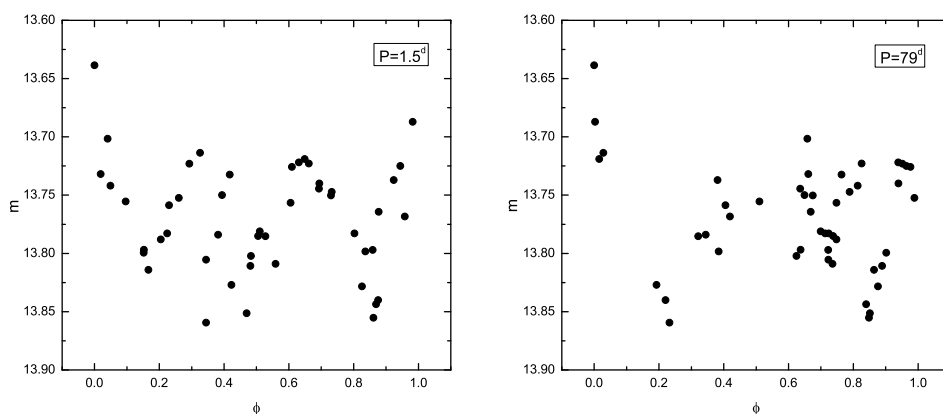


Рис. 5. Свертка усредненных фотометрических данных с периодами $P = 1.5^d$ и $P = 79^d$

Summary

I.F. Bikmaev, E.A. Nikolaeva. INTEGRAL X-Ray Source IGR 21343+4738: Spectral and Photometric Variability Research of the Optical Component.

The preliminary results of photometric and spectroscopic monitoring of the optical component of the hard X-ray source IGR 21343+4738 by the RTT-150 telescope are presented. For the first time, estimates of the system's orbital parameters have been obtained: the γ -velocity is -70 km/s, the semi-amplitude of radial velocity curve is $K = 10$ km/s, and the system's orbital period is 40 or 80 days. A preliminary analysis of photometric variability on different time scales (hours, days, months, and years) is completed.

Key words: Be-stars, X-ray sources, IGR 21343+4738.

Литература

1. *Sazonov S., Revnivtsev M., Burenin R., Churazov E., Sunyaev R., Forman W.R., Murray S.S.* Discovery of heavily-obscured AGN among seven INTEGRAL hard X-ray sources observed by Chandra // *Astron. Astrophys.* – 2008. – V. 487, No 2. – P. 509–517.
2. *Bikmaev I.F., Burenin R.A., Revnivtsev M.G., Sazonov S.Yu., Sunyaev R.A., Pavlinsky M.N., Sakhibullin N.A.* Optical identifications of five INTEGRAL hard X-ray sources in the Galactic plane // *Astron. Lett.* – 2008. – V. 34, No 10. – P. 653–663.
3. *Галазутдинов Г.А.* Система обработки звездных эшелле-спектров. I. Обработка изображений. II. Обработка спектров. Препринт № 92. – Нижний Архыз: CAO РАН, 1992. – 52 с.
4. *Lafler J., Kinman T.D.* An RR Lyrae Star Survey with the Lick 20-INCH Astrograph II. The Calculation of RR Lyrae Periods by Electronic Computer // *Astrophys. J. Suppl.* – 1965. – V. 11. – P. 216–222.

Поступила в редакцию
16.02.11

Бикмаев Ильфан Фяритович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры астрономии и космической геодезии Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *ibikmaev@yandex.ru*

Николаева Евгения Александровна – аспирант кафедры астрономии и космической геодезии Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *Evgeny.Nikolaeva@gmail.com*