

Морфология остатка сверхновой Vela Jr. и поток ультрафиолетового излучения от остатка в оценке возраста объекта и расстояния до него

С. А. Проничева*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
физический факультет, кафедра физики космоса
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
(Поступила в редакцию 19.05.2022; подписана в печать 09.06.2022)*

Цель работы — изучение морфологии остатка сверхновой RX J0852.0-4622 в разных диапазонах длин волн для установления расстояния до объекта и его возраста. В работе использовались данные об излучении RX J0852.0-4622 в экстремальном ультрафиолете на длине волны 83 Å, полученные спутником EUVE. Для расчета скорости счета фотонов от остатка была написана программа, позволяющая проводить требуемую обработку файлов в формате FITS. Вычисление потока УФ излучения было проведено при помощи программного обеспечения PIMMS. Морфология остатка была определена по его изображениям в УФ, рентгене, радио и гамма-диапазонах. Установлено, что поток экстремального УФ излучения от RX J0852.0-4622 принимает значения в диапазоне 2.128 – 6.390 фотонов·см⁻²·с⁻¹. Морфология остатка сверхновой RX J0852.0-4622 имеет биполярное строение: выявлена двухкольцевая структура. Расстояние до Vela Jr.: 275 парсек, возраст остатка: 600–1200 лет. Рассчитанный поток экстремального УФ свидетельствует о близком расположении объекта относительно Земли. Полученные значения расстояния до остатка RX J0852.0-4622 и его возраста говорят о том, что Vela Jr. является крайне близким к Земле молодым остатком сверхновой.

PACS: 98.38.Mz, 98.58.Mj

УДК: 524.3

Ключевые слова: остаток сверхновой, RX J0852.0-4622, Vela Jr., экстремальный ультрафиолет.

ВВЕДЕНИЕ

В 1998 г. было сообщено об обнаружении нового остатка сверхновой, получившего название RX J0852.0-4622 или Vela Jr., телескопом ROSAT по его рентгеновскому излучению, в юго-восточной части остатка Велы [1]. Vela Jr. представляет собой практически правильный круг излучения, диаметром 2°, с центром в точке с координатами 8^h52^m3^s (прямое восхождение), –46°22′ (склонение). Источник имеет лимб, довольно яркий на севере и юге остатка, ширины которого составляет примерно 20% радиуса самого объекта. Изображение остатка в рентгеновском излучении приведено на рис. 1. На данном рисунке и на всех последующих обозначения координат: α — прямое восхождение, δ — склонение (эпоха J2000.0).

Одновременно с обнаружением источника RX J0852.0-4622 в рентгеновском излучении было объявлено о детектировании телескопом COMPTEL на борту гамма-обсерватории Комптон (CGRO) линии излучения титана ⁴⁴Ti с характерной энергией 1.156 МэВ от этого остатка сверхновой [2]. Из-за своего относительно небольшого времени жизни (90 лет) данный изотоп является отличным индикатором молодых сверхновых (возраст \leq 1000 лет). Обнаружение титана ⁴⁴Ti в Vela Jr. позволило сделать более точные оценки характеристик изучаемого остатка с помощью совместных данных ROSAT и COMPTEL: возраст составил примерно 680 лет, а расстояние — 200 парсек [3].

На протяжении следующих лет изучаемый остаток RX J0852.0-4622 наблюдался не только в рентгеновском диапазоне, но также и в многих других, например, в радио [4]. Так, наземной обсерваторией Паркса (Parkes) в Австралии было получено изображение Vela Jr., представленное на рис. 2.

Видна корреляция областей излучения в рентгеновском и радиодиапазонах. Также подтверждается похожая на ракушку структура RX J0852.0-4622. Кроме того, рядом с Vela Jr. были обнаружены облака нейтрального водорода, имеющие угловые размеры, сопоставимые с остатком. Из чего был сделан вывод, что яркие области, наблюдаемые в радиодиапазоне на границе объекта, возникли в результате взаимодействия ударной волны от взрыва сверхновой с облаками атомарного водорода.

Кроме того, остаток изучался, например, в дальнем ультрафиолете (в двух диапазонах: коротковолновый 900 – 1150 Å и длинноволновый 1340 – 1750 Å [5] и гамма-излучении (при энергиях порядка ГэВ–ТэВ) [6, 7]. На основе полученных результатов изучалась морфология объекта и проводились оценки на его возраст (\sim 1000 лет) и расстояние до него ($<$ 1 кпк). Предположительно, Vela Jr. является крайне молодым и близко расположенным к Земле остатком сверхновой. Последние два факта на протяжении всего времени исследования RX J0852.0-4622 вызывали у ученых многочисленные споры и дискуссии. Так, на ряду с вышеуказанными оценками были получены и противоречащие им значения расстояния до остатка сверхновой и его возраста. Например, было показано, что остаток может находиться на расстоянии 1 – 2 кпк от Зем-

* proncof@yandex.ru

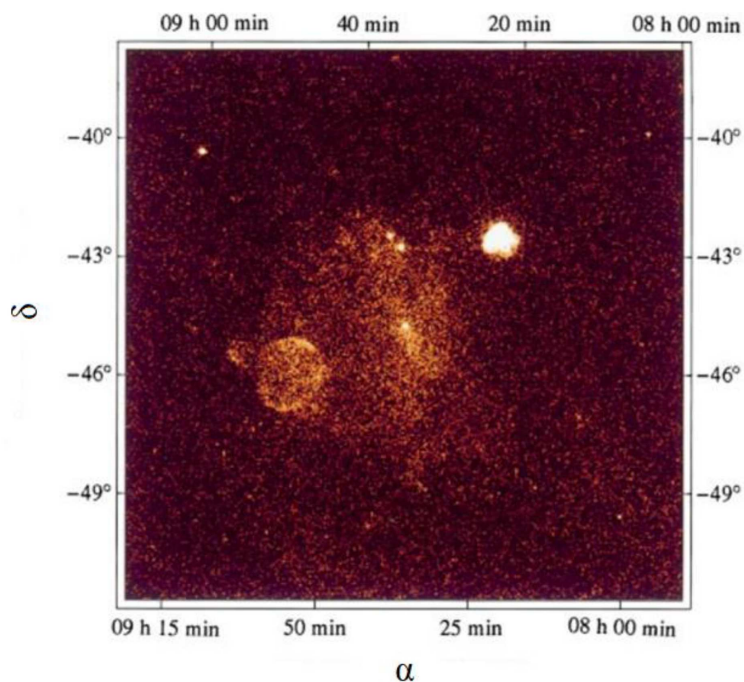


Рис. 1. Остаток сверхновой Вела для энергий фотонов $E > 1.3$ кэВ (ROSAT all-sky survey). На юго-востоке (в нижнем левом углу) виден RX J0852.0-4622. На северо-западе (в верхнем правом углу) ярко выделяется остаток сверхновой Корма-А, расположенный в 4 раза дальше от Земли, чем остаток Вела [1]

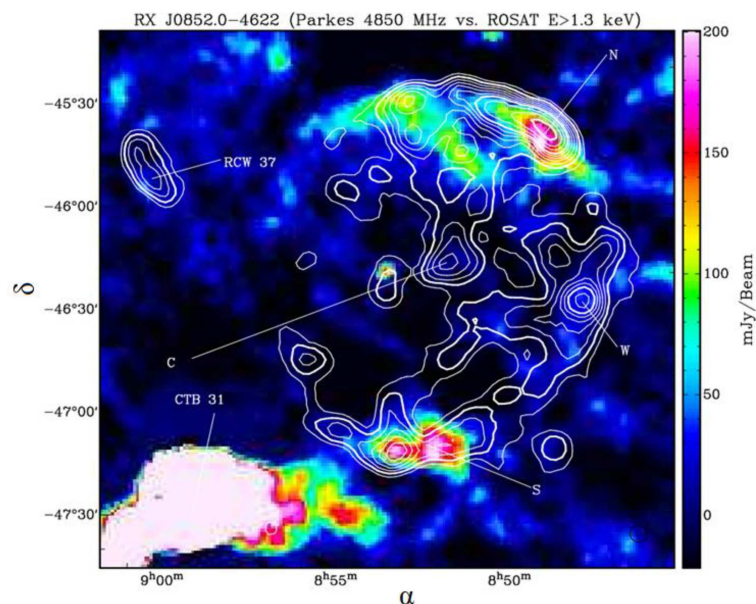


Рис. 2. Остаток RX J0852.0-4622 в радиодиапазоне с наложенными контурами рентгеновского излучения (Parkes 4650 МГц, ROSAT PSPC $E > 1.3$ кэВ). Контурные линии — 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.3, 2.6, 3 (белые) в единицах 10^{-4} PSPC отсчетов $\text{с}^{-1}\text{угл.мин.}^{-2}$. Размерность цветной шкалы (millyJansky per beam) в СИ 10^{-29} кг·с $^{-2}$ [4]

ли [8], а также быть не столь молодым, как предполагалось в других работах: возраст 1700-4300 лет [9]. В связи с вышеизложенными данными, вопрос изучения морфологии остатка RX J0852.0-4622 и её взаимосвязи

с его возрастом и расстоянием до него представляется актуальным. Поэтому в данной работе была проведена независимая оценка расстояния до Vela Jr. по данным в экстремальном ультрафиолете, которая подтвердила

ранние предположения о близости объекта [3], а также был оценен возраст остатка.

1. МАТЕРИАЛЫ

Изображение остатка RX J0852.0-4622 в экстремальном ультрафиолете было получено с помощью виртуальной обсерватории SkyView, совместной платформы NASA и HEASARC. Данные были взяты со спутника EUVE (Extreme Ultraviolet Explorer). Итоговый файл, который затем обрабатывался в работе, был представлен в формате FITS (Flexible Image Transport System).

Важным этапом работы было определение областей полезного сигнала, то есть областей излучения самого остатка Vela Jr., а также области фона. Вклад этих фоновых фотонов космического пространства в данном поле неба затем не учитывался в подсчете скорости счета от изучаемого объекта. Само исходное изображение, полученное из базы данных SkyView, с указанными областями представлено на рис. 3. Желтыми прямоугольниками обозначены области полезного сигнала, розовыми пунктирными ограничена область фона, а голубыми — области С (север) и ЮЗ (юго-запад), которые не учитываются в фоне из-за наличия в них точечных источников.

Также в работе использовалась карта распределения плотности колонны поглощения N_H в направлении старого остатка сверхновой Велы, а точнее в направлении его юго-восточной области [10]. Кроме того, надо отметить, что в данной работе анализировались данные EUVE, регистрируемые с использованием определенной полосы пропускания фильтров, установленных на спутнике, а более точно — данные, регистрируемые в коротковолновом диапазоне, в котором и лежит длина волны 83 \AA . Коротковолновые полосы пропускания были взяты из четырех разных источников [11–14].

Для сравнительного анализа рассчитанного потока УФ излучения от остатка с существующими на данный момент модельными значениями той же величины, были использованы различные спектральные модели [15, 16].

Анализ морфологии RX J0852.0-4622 проводился по изображениям остатка в экстремальном ультрафиолете, рентгене [4], радио и гамма-диапазонах [15].

2. МЕТОДЫ

Для обработки двумерного изображения в формате FITS была написана программа на языке программирования С в среде разработки Visual Studio, суть которой заключается в подсчете числа фотонов, излучаемых небесным объектом на определенной длине волны за определенное время экспозиции. При написании программы использовались функции из библиотеки CFITSIO, описание которой представлено на сайте

HEASARC. Работа программы заключается в следующем. В отдельном текстовом файле задаются координаты областей полезного сигнала и области фона, указанных на рис. 3. Далее эти координаты из текстового документа последовательно, по строкам, считываются, и для соответствующих областей определяется число фотонов в каждом пикселе, и подсчитывается их минимальное, максимальное, среднее и суммарное количество по всему выделенному квадрату. В результате программы выводятся максимальное, минимальное, среднее и суммарное число фотонов в отдельности для каждого блока, для суммарной области полезного сигнала и для области фона. А также подсчитывается общее число фотонов полезного сигнала без учета фоновых.

В качестве времени экспозиции для спутника EUVE в области остатка RX J0852.0-4622 было взято значение 500 с.

Программное обеспечение PIMMS (Portable, Interactive, Multi-Mission Simulator), распространяемое с открытым исходным кодом на языке Fortran, было скомпилировано и далее было использовано для пересчета полученного числа отсчетов за единицу времени в поток экстремального УФ излучения от остатка Vela Jr. Данная программа предназначена для оценки скорости счета по потокам и наоборот, или для оценки скорости счета в одном приборе по данным, измеренным в другом.

В данной работе в качестве параметров PIMMS при пересчете одной величины в другую были использованы: модель тормозного излучения (Bremsstrahlung); тепловая энергия первичных электронов; энергетический диапазон интегрирования, оцененный из полос пропускания коротковолнового фильтра спутника EUVE; столбцовая плотность поглощения N_H .

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

С учетом фоновых фотонов были получены следующие значения скорости счета от остатка RX J0852.0-4622 в экстремальном УФ на длине волны 83 \AA (cps — counts per second: число отсчетов в секунду):

1. В фоне не учитывается регион С: **9.326 cps**.
2. В фоне не учитываются регионы С и ЮЗ: **9.733 cps**.

Энергетический диапазон интегрирования был определен через ширину на полувысоте (FWHM) полосы пропускания коротковолнового фильтра после того, как соответствующие длины волны были переведены в энергии. В сводной табл. 1 представлены результаты расчета потока ультрафиолетового излучения от остатка Vela Jr. для двух значений скорости счета и для энергетических диапазонов, полученных из четырех разных полос пропускания.

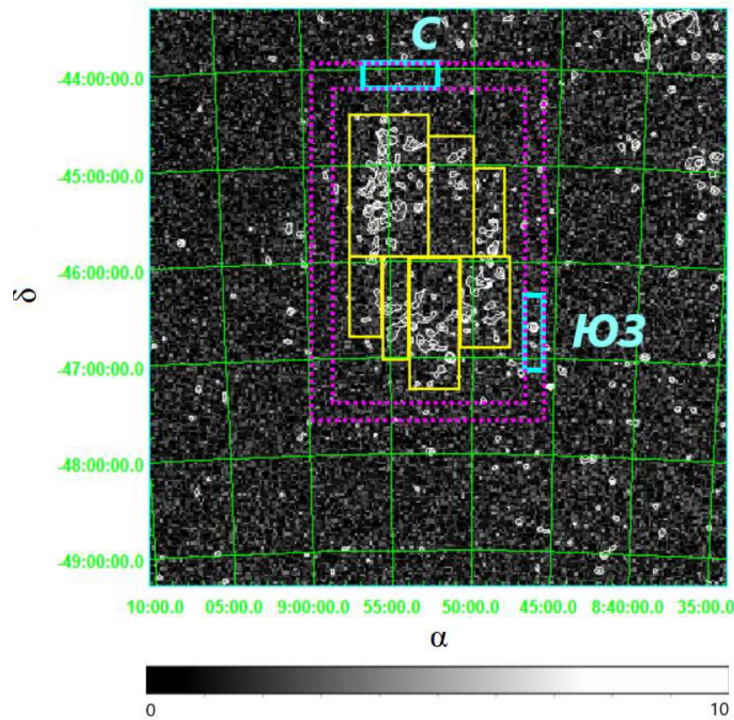


Рис. 3. Остаток сверхновой RX J0852.0-4622 на длине волны 83 \AA (EUV) [SkyView Virtual Observatory, DS9], рисунок автора. Цветовая шкала — линейная, минимальное значение — 0, максимальное — 10. Единицы измерения — число отсчетов за время экспозиции. Контуры соответствуют значениям — 0; 2.5; 3; 4.5; 6; 7.5; 8; 10. Прямоугольники ограничивают области полезного сигнала и фона

Таблица. Результаты расчета потока экстремального УФ излучения на длине волны 83 \AA от остатка RX J0852.0-4622

Энергетический диапазон	Число отсчетов в секунду	Поток, фотоны $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$
Взято из [14]	9.326 9.733	2.128 ± 0.003 2.220 ± 0.003
Взято из [12]	9.326 9.733	2.766 ± 0.004 2.887 ± 0.004
Взято из [11]	9.326 9.733	6.287 ± 0.009 6.561 ± 0.009
Взято из [13]	9.326 9.733	6.123 ± 0.009 6.390 ± 0.009

Далее полученные значения потока были сравнены с имеющимися на данный момент спектральными моделями излучения остатка RX J0852.0-4622.

Так, например, была использована модель CR-hydro-NEI: в ней спектр остатка получен в результате гидродинамического моделирования, совмещенного с нелинейным диффузионным ускорением ударной волны и неравновесной ионизацией в области, расположенной вблизи передней ударной волны [16]. Данная модель была построена для двух разных сценариев — адронный, когда излучение на энергиях порядка ГэВ-

ТэВ образуется, в основном, за счет распада нейтрального пиона π^0 , и лептонный, когда гамма-лучи образуются в результате обратного комптоновского рассеяния. Совмещение точек, представляющих наблюдательные значения потока излучения согласно табл. 1, и кривых, полученных из указанных выше моделей, представлено на рис. 4.

При сравнительном анализе с данной моделью выявилось намного большее соответствие экспериментальных данных с адронным сценарием, нежели с лептонным. Данный результат коррелирует с наблюдениями ТэВ-ного излучения от расширяющейся оболочки остатка RX J0852.0-4622 телескопом H.E.S.S и окружающего данный объект межзвездного пространства (МЗП), а точнее облаков H_I и CO, в ходе которых выяснилось, что протоны МЗП и ТэВ-ные гамма-лучи имеют хорошее взаимное соответствие в пространственном азимутальном распределении, что является признаком адронной природы γ -излучения, которое возникает при p-p столкновениях [6].

Изображение остатка сверхновой RX J0852.0-4622 в гамма-диапазоне приведено на рис. 5, в экстремальном ультрафиолете — на рис. 6. На первом наложены контуры радиоизлучения на частоте 1384 МГц, на втором — рентгеновского излучения при энергиях $E > 1.3 \text{ кэВ}$. Характер распределения излучения указывает на наличие границ областей излучения, имею-

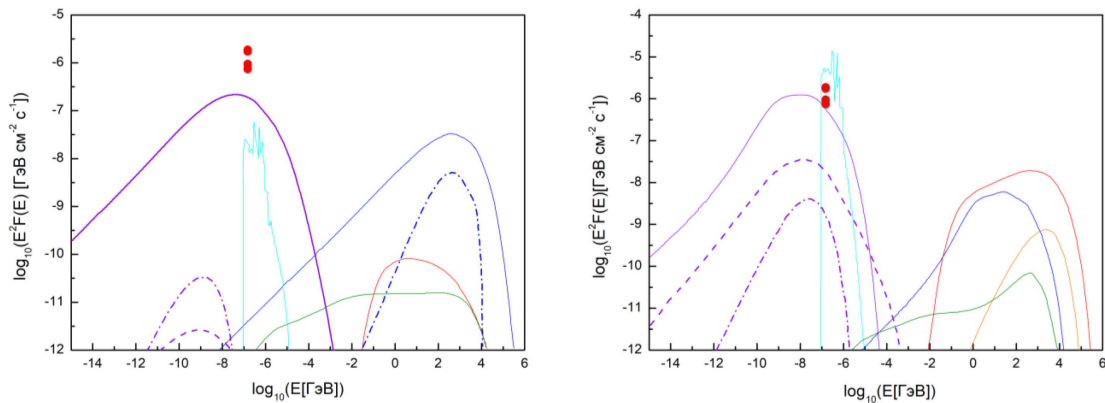


Рис. 4. Поток экстремального ультрафиолета и модели спектра излучения остатка RX J0852.0-4622 во всем диапазоне энергий. $F(E)$ — спектральная плотность числа фотонов в $\text{ГэВ}^{-1}\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$; E — энергия в ГэВ. Слева: лептонный сценарий. Справа: адронный сценарий. Красные точки — получены в текущей работе. Синие линии — обратное комптоновское рассеяние; красные — распад π^0 ; зеленые — тормозное излучение; фиолетовые — синхротронное излучение; голубые — тепловое излучение. Все линии соответствуют спектру излучения, создаваемого первичными (КЛ) в области за ударной волной. Модель была упрощена. Адаптировано из [Lee, Slane, Ellison, Nagataki, Patnaude, 2013]

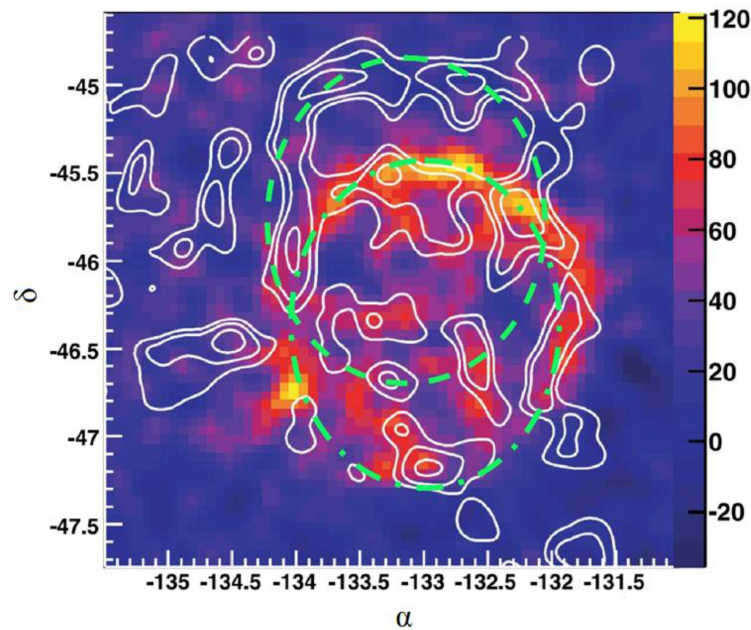


Рис. 5. Остаток RX J0852.0-4622 в гамма-диапазоне при энергиях $E > 0.5$ ТэВ с наложенными поверх контурами радиоизлучения на частоте 1384 МГц (H.E.S.S., ATCA). Зеленые линии обозначают двухкольцевую структуру морфологии остатка. Размерность цветовой шкалы — отсчеты. Адаптировано из [15]

щих форму колец. Соответственно, на изображениях, совмещающих два разных диапазона энергий (рис. 5: гамма и радио или рис. 6: ультрафиолет и рентген), можно выделить двухкольцевую структуру. На рис. 5 и 6 она обозначена пунктирными линиями.

Для оценки расстояния до объекта было использовано предположение о том, что морфология двойного круга возникает в начале жизни остатка, сохраняется по мере его расширения и является результатом несферического потока либо звездного ветра до вспышки

сверхновой, либо выброса сверхновой, что подтверждается тем фактом, что тепловое рентгеновское излучение часто тесно коррелирует с радиоизлучением и показывает ту же кольцевую структуру [17].

Учитывая описанную выше морфологию остатка сверхновой RX J0852.0-4622, его угловой размер (диаметр) $\theta = 2.5^\circ$ и возможный размер области, заполненной ветром от фазы красного сверхгиганта звезды, образовавшей Vela Jr. после взрыва, было получено расстояние до объекта (d). При этом скорость ветра была

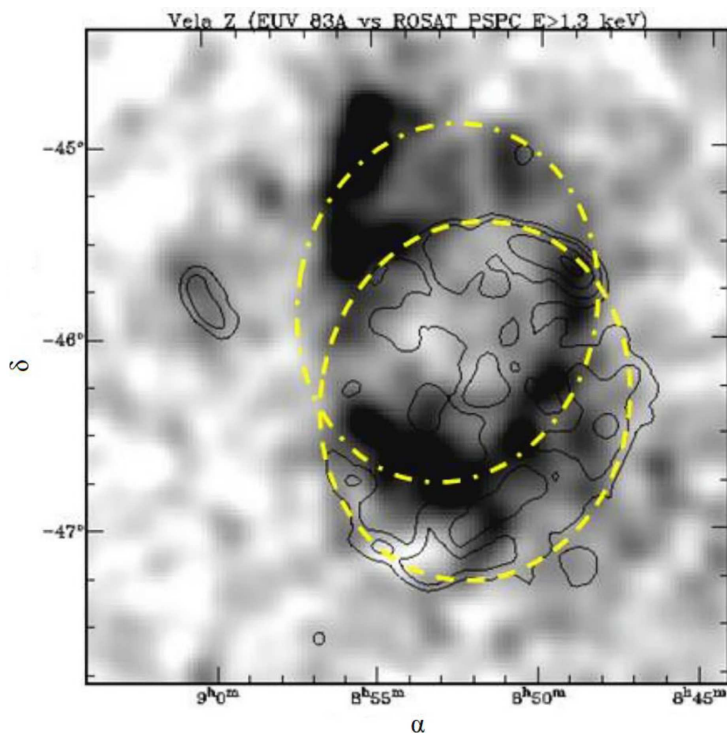


Рис. 6. Остаток RX J0852.0-4622 в экстремальном ультрафиолете на длине волны 83 Å с наложенными поверх контурами рентгеновского излучения при энергиях $E > 1.3$ кэВ (EUVE, ROSAT PSPC). Желтые пунктирные линии обозначают двух-кольцевую структуру морфологии остатка. Адаптировано из [4]

взята как $v = 20 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, а время жизни звезды в фазе красного сверхгиганта: $t = 3 \times 10^5$ лет [18].

$$d = \frac{v \cdot t}{\text{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)} \cong 275 \text{ пк}$$

Расстояние до остатка было оценено из того предположения, что на данный момент оболочка сверхновой достигла границы области, заполненной звездным ветром, и только начинает взаимодействовать с окружающим межзвездным пространством (с облаками атомарного водорода и молекулярного газа CO). То есть в качестве радиуса остатка было взято расстояние, на которое распространился звездный ветер за время жизни звезды в фазе красного сверхгиганта: $R = v \cdot t$, а радиус объекта соотносится с его угловым радиусом $\left(\frac{\theta}{2}\right)$ и расстоянием до него как: $R = d \cdot \text{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$.

Указанное выше значение d было получено без учета проекционных эффектов. Если же их учитывать, то расстояние до остатка Vela Jr. может увеличиться до 320–550 пк, если брать углы наклона к небесной плоскости осей биполярных джетов, в которых был выброшен ^{44}Ti во время взрыва, равными 30° или 60° [19].

Также в рамках описанной выше модели был оценен возраст изучаемого остатка T для разных скоростей распространения ударной волны $V_{\text{уд}}$ по формуле:

$$T = \frac{R}{V_{\text{уд}}} = \frac{d \cdot \text{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)}{V_{\text{уд}}}$$

где R — радиус остатка сверхновой.

Так, при скоростях $V_{\text{уд}} = 2000 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$, $V_{\text{уд}} = 5000 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ и $V_{\text{уд}} = 10000 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ [3] возраст составил 3000, 1200 и 600 лет соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Поток экстремального ультрафиолетового излучения от остатка RX J0852.0-4622 принимает значения в диапазоне $2.128 - 6.390 \text{ фотонов см}^{-2}\text{с}^{-1}$.
2. Сравнение рассчитанных значений потока в ультрафиолете с моделью спектра излучения CR-hydro-NEI остатка Vela Jr. показало большее соответствие экспериментальных точек адронному сценарию, нежели лептонному.
3. Морфология остатка сверхновой RX J0852.0-4622 имеет биполярное строение: выявлена двух-кольцевая структура.
4. Расстояние до остатка Vela Jr. составляет 275 парсек без учета проекционных эффектов

и 320–550 парсек с их учетом. Возраст остатка: 600–3000 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы был рассчитан поток экстремального ультрафиолетового излучения от остатка сверхновой RX J0852.0-4622 по его изображению в указанном диапазоне.

То, что данный объект виден в экстремальном ультрафиолете, свидетельствует о его близком расположении относительно Земли, так как фотоны при со-

ответствующих энергиях хорошо поглощаются межзвездным пространством, и поэтому сильно удаленные небесные тела не могут быть обнаружены по их излучению в ультрафиолете.

Полученные значения расстояния до остатка RX J0852.0-4622 и его возраста соответствуют заявленным ранее в работах Б. Ашенбаха и подтверждают тот факт, что Vela Jr. является близким к Земле молодым остатком сверхновой.

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю доктору физ.-мат. наук А. Ф. Июдину.

-
- [1] *Aschenbach B.* // *Nature*. 1998. **396**, N 6707. P. 141.
- [2] *Iyudin A.F., Schunfelder V., Bennett K., Bloemen H., Diehl R., Hermsen W., Lichti G.G., R. D. van der Meulen, Ryan J., Winkler C.* // *Nature*. 1998. **396**, N 6707, P. 142.
- [3] *Aschenbach B., Iyudin A.F., Schunfelder V.* // *Astronomy and Astrophysics*. 1999. **350**. P. 997. arXiv:astro-ph/9909415.
- [4] *Iyudin A.F., Aschenbach B., Burwitz V., Dennerl K., Freyberg M., Habert F., Filipovic M.* Multiwavelength Appearance of Vela Jr.: Is It up to Expectations? // *The Obscured Universe. Proceedings of the VI INTEGRAL Workshop. Moscow, Russian Federation, July 2-8, 2006.* Pub date: 2007. arXiv:astro-ph/0702404
- [5] *Kim Il-Joong, Seon Kwang-Il, Min Kyoung-Wook, Han W., Edelstein J.* // *The Astrophysical Journal*. 2012. **761**, N 2. P. 135.
- [6] *Fukui Y., Sano H., Sato J., Okamoto R., Fukuda T., Yoshiike S., Hayashi K., Torii K., Hayakawa T., Rowell G. et al.* // *The Astrophysical Journal*. 2017. **850**, N 1. P. 71.
- [7] *Abdalla H., Abramowski A., Aharonian F., Ait Benkhali F., Akhperjanian A.G., Andersson T., Angerer E.O., Arakawa M., Arrieta M., Aubert P. et al.* // *Astronomy & Astrophysics*. 2018. **612**. A7.
- [8] *Slane P., Hughes J.P., Edgar R.J., Plucinsky P.P., Miyata E., Tsunemi H., Aschenbach B.* // *The Astrophysical Journal*. 2001. **548**, N 2. P. 814.
- [9] *Katsuda S., Tsunemi H., Mori K.* // *The Astrophysical Journal Letters*. 2008. **678**, N 1. P. L35.
- [10] *Lu F.J., Aschenbach B.* // *Astronomy and Astrophysics*. 2000. **362**. P. 1083.
- [11] *Bowyer S., Malina R.F.* The Extreme Ultraviolet Explorer. // *Evolution in Astrophysics: IUE Astronomy in the Era of New Space Missions. Proceedings of an international conference. Toulouse, France, 29 May–1 June, 1990*, P. 189.
- [12] *Bowyer S., Jelinsky P., Christian C., Malina R.F.* The Extreme Ultraviolet Explorer All-Sky Survey; Guest Investigator Spectroscopy Mission. / *Cool stars, stellar systems and the sun. Proceedings of the 7th Cambridge Workshop, ASP Conference Series (ASP: San Francisco)*. 1992. **26**: P. 613.
- [13] *Barber C.R., Warwick R.S., McGale P.A., Pye J.P., Bertram D.* // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 1995. **273**, N 1. P. 93.
- [14] https://archive.stsci.edu/pub/evue/software/SW_effarea.ascii
- [15] *Aharonian F., Akhperjanian A.G., Bazer-Bachi A.R., Beilicke M., Benbow W., Berge D., Bernlühf K., Boisson C., Bolz O., Borrel V. et al.* // *The Astrophysical Journal*. 2007. **661**, N 1. P. 236.
- [16] *Lee Shiu-Hang, Slane P.O., Ellison D.C., Nagataki S., Patnaude D.J.* // *The Astrophysical Journal*. 2013. **767**, N 1. P. 20.
- [17] *Manchester R.N.* // *Australian J. Phys.* 1987. **40**. P. 823.
- [18] *Smith N.* // *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. 2014. **52**. P. 487.
- [19] *Iyudin A.F., Pakhomov Yu.V., Chugai N.N., Greiner J., Axelsson M., Larsson S.* // *Astronomy and Astrophysics*. 2010. **519**. A86.

Morphology of the Vela Jr. supernova remnant and ultraviolet emission flux from the remnant in the estimates of object's age and distance to it

S. A. Pronicheva

Physics Department, Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia

E-mail: proncof@yandex.ru

Aim: to study the morphology of the supernova remnant RX J0852.0-4622 in different wavelength ranges to determine the distance to the object and its age. Materials and methods: in the work were used data on the radiation of RX J0852.0-4622 in extreme ultraviolet at a wavelength of 83 Å, obtained by the EUVE satellite. To calculate the photon counting rate from the remnant, a program was written that allows the required processing of files in the FITS format. The calculation of the UV radiation flux was carried out using the PIMMS software. The morphology of the remnant was determined from its images in the UV, X-ray,

radio and gamma bands. Results: the flux of extreme UV radiation from RX J0852.0-4622 takes values in the range $2.128\text{--}6.390$ photons $\text{sm}^{-2}\text{s}^{-1}$. The morphology of the supernova remnant RX J0852.0-4622 has a bipolar structure: a two-ring structure has been revealed. Distance to Vela Jr.: 275 parsecs, age of the remnant: 600–1200 years. Conclusion: the calculated flux of extreme UV indicates the close location of the object relative to the Earth. The obtained values of the distance to the remainder of RX J0852.0-4622 and its age indicate that Vela Jr. is an extremely close to Earth young supernova remnant.

PACS: 98.38.Mz, 98.58.Mj.

Keywords:

Received 19 May 2022.

Сведения об авторе

Проничева Софья Алексеевна — студентка магистратуры; e-mail: proncof@yandex.ru.
