

## ИССЛЕДОВАНИЕ SBS 1202+583. ОСОБЕННОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ РАДИАЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ ПО ПОЛЮ

С.А.АКОПЯН

Поступила 22 января 2014

Принята к печати 30 апреля 2014

Настоящая статья является дополнением к нашей основной, по исследованию галактики SBS 1202+583 (см. arXiv:1401.3359), в которой объект был охарактеризован как комплекс, состоящий из более чем девяти областей HII. Используются результаты панорамной спектроскопии, полученные по наблюдениям с мультиспектральными спектрографами MPFS, с 6-м телескопом CAO Российской академии наук, и "VAGR", с 2.6-м телескопом БАО Армении. Анализ поля скоростей в линии H $\alpha$  позволяет предположить, что ближняя из двух основных подструктур комплекса, связанная с областью HII SBS1202+583C1 (из компоненты VV270b) разрушается, находясь под воздействием дальней структуры, связанной с SBS1202+583NE4 (из компоненты VV270a), являющейся наиболее массивным и мощным источником H $\alpha$ -излучения. Возмущенное под ее гравитационным воздействием поле стимулирует направленное движение большинства областей HII, при их одновременном вращении.

**Ключевые слова:** *3D-спектроскопия галактик: поле скоростей: области HII-объект: SBS1202+583 - объект: VV270ab*

1. **Введение.** Панорамная спектроскопия галактики SBS1202+583, зарегистрированная во Втором бюраканском обзоре как двойной объект, проводилась нами по наблюдениям с 6-м телескопом Специальной астрофизической обсерватории (CAO) Российской академии наук, и "VAGR", с 2.6-м телескопом Бюраканской астрофизической обсерватории (БАО) Армении. Наблюдения покрыли не всю, но значительную часть поля галактики. По двумерным распределениям излучения в линии H $\alpha$  были выявлены девять дискретных областей ионизованного водорода, формирующих основную структуру объекта. Детали проведения наблюдений, описания и некоторые физические параметры, полученные по их результатам, для отдельных областей HII были опубликованы ранее [1].

На снимке из SDSS (Sloan Digital Sky Survey [2]), рис.1, выделившем больший эпизод, чем каждое из четырех полей, которые наблюдались в линии H $\alpha$ , можно видеть одновременно все дифференцированные области HII. В качестве полного названия для каждой из них, как отдельных компонент объекта, мы используем указанные на рис.1 обозначения, прибавляя их к названию галактики, напр. SBS1202+583NE4. Области HII

NE4, NE2, SE1 и SW1, однозначно отождествляются с объектами SDSS, идентификационные номера которых из DR7 приводились в предыдущей статье. К настоящему времени эти четыре объекта есть во всех релизах SDSS, включая DR10, кроме SW1, который (в результате очевидной ошибки) отсутствует в списках релизов с DR8 по DR10. SBS1202+583NE5, в качестве объекта SDSS, появилась уже после опубликования предыдущей статьи, в релизах с DR8 по DR10, с идентификационным номером 1237657612877103175. Во всех релизах SDSS в поле исследуемой галактики лишь единственный объект является спектрофотометрическим, со значением красного смещения,  $z=0.087$ . Он расположен по центру области HII C, которая, как было показано [1], состоит из двух примерно равных областей HII, C1 и C2, так что не может быть отождествлен ни с одной из них.

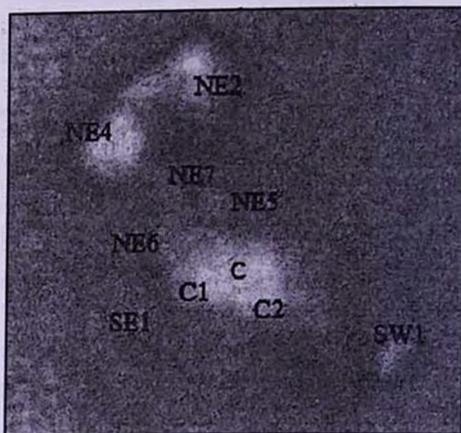


Рис.1 Снимок из SDSS с изображением поля галактики SBS1202+583 с указанием областей HII, дифференцированных по результатам панорамной спектроскопии.

В астрономических базах данных с областью C ассоциируется центральная часть галактики, классифицируемая как карликовая спиральная Sc, напр. в LEDA [3]. Помимо того, SBS1202+583 отождествляется с частью трехкомпонентной взаимодействующей системы VV270abc, показанной на рис.2а. Следуя описанию в источнике [4], компонента VV270а охватывает самую яркую в поле область HII NE4 и соседнюю NE2, компонента VV270b - области HII C1, C2, SE1 и SW1. Области HII NE5, NE6 и NE7 занимают промежуточное положение.

Исследованию системы VV270ab посвящена работа Архиповой и др. [5] по результатам наблюдений со спектрографом UAGS с 6-м телескопом CAO. Кривая вращения, построенная ими по этим данным, не позволила сделать однозначный вывод о том, является ли система двойной или одиночной галактикой. Положение щели, показанное в работе на снимке

из Паломарского атласа (рис.2b), мы перенесли на снимок из SDSS (рис.2с). На рисунке видно, в частности, что шель спектрографа не пересекала NE4 и C1, что важно для дальнейшего изложения.

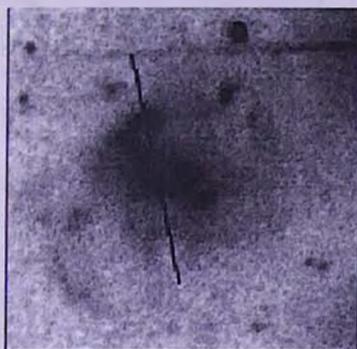
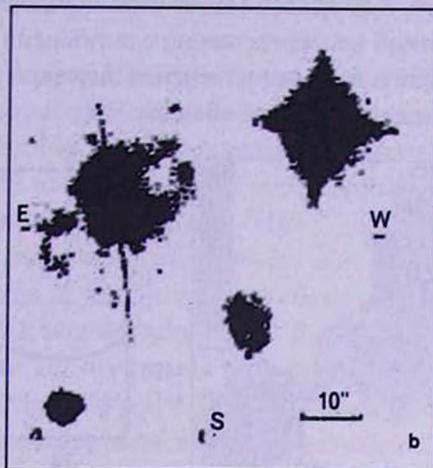
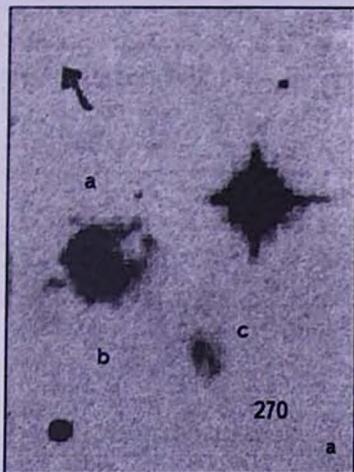


Рис.2. а) Компоненты а, b, с взаимодействующей системы VV270, как указано Воронцовым-Вельяминовым [4] на снимке из Паломарского обзора; б) и с) положение шели спектрографа, по которой проводились исследования Архиповой и др., согласно статье [5], и перенесенное на снимок из SDSS, соответственно (Компонента VV270с, как и яркая звезда, - за пределами показанного на с) эпизода).

В настоящей статье, рассмотрением результатов панорамной спектроскопии [1], относящихся к полю скоростей, формируемому линией  $H\alpha$ -излучения, выделены некоторые особенности пространственной структуры исследуемого комплекса.

**2. Наблюдения со спектрографом VAGR.** Основная информация, полученная по наблюдениям со спектрографом VAGR в 2004г., относится к SBS1202+583SW1 (см рис.1). Она расположена по центру кругового по форме поля спектрографа, где качество спектров наилучшее. Наиболее информативный эпизод поля приводится на рис.3а. На нем градациями серого показано распределение радиальных скоростей  $V_r$  по линии  $H\alpha$ , диапазон изменения которых выведен шкалой. В пределах SW1 прослеживается упорядоченное распределение значений  $V_r$ , выраженное в их

увеличении с запада на восток, что иллюстрирует кривая скоростей, показанная на рис.3б. Разница значений  $V_r$  по краям области НII SW1 в этом направлении более 100 км/с превышает ошибку измерения скоростей в 90 км/с. Ход кривой может быть обусловлен внутренней кинематикой газов, связанной непосредственно с активными процессами звездообразования, но с учетом плавности изменения значений  $V_r$ , он скорее всего свидетельствует о вращении данной области НII.

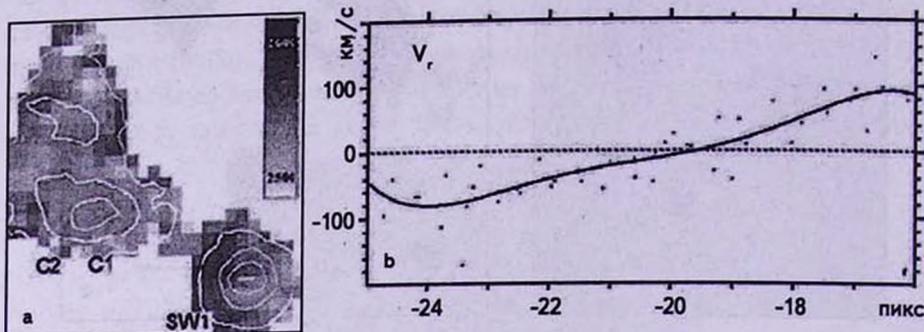


Рис.3. По наблюдениям VAGR 2004г: а - эпизод поля, где фоновые градации серого соответствуют распределению радиальных скоростей  $V_r$ , шкала показывает их разброс, светлые изолинии - контуры областей НII; б - кривая распределения  $V_r$  вдоль линии, пересекающей область НII SW1 в направлении с запада на восток.

Кроме SW1, по краю поля, где качество спектров хуже по сравнению с его центральной частью, расположены области НII C1 и C2, которые сливаются на изображении, как и ближайшие к ним северные области НII NE5 и NE7. В качестве индикатора расстояния мы используем значения  $V_r$  в пиках интенсивности излучения областей НII. Поскольку SW1 есть только в этом из наблюдавшихся нами в линии  $H\alpha$  полей, было бы важно оценить в сравнении расстояния SW1 и С. Однако разница значений  $V_r$  в пике интенсивности SW1 и в элементе с наибольшим значением интенсивности в пределах С (в несколько единиц) не превышает ошибку измерений.

3. *Наблюдения со спектрографом MPFS.* Распределение радиальных скоростей  $V_r$ , полученное со спектрографом MPFS в 2007г., показано фоном на рис.4а. Этим наблюдениям соответствует наименьшая ошибка измерения скоростей, в 30 км/с. С учетом того, что в поле наблюдается большинство областей НII, семь из девяти (ср. рис.1 и 4а), а разброс значений  $V_r$  в пиках интенсивности оказывается в пределах ошибки, ее значение, примерно 400 кпк, в переводе на расстояния, можно использовать в качестве грубой оценки радиальной протяженности исследуемого комплекса.

Отметим, что SBS1202+583NE2 наблюдалась только в поле по наблюдениям с MPFS в 2007г., а SBS1202+583SE1 (см. рис.1) - только в поле

по наблюдениям с MPFS в 2002г., ошибка измерения радиальных скоростей в котором составляет  $\sim 60$  км/с. Оставаясь в пределах ошибки, значения  $V_r$  увеличиваются вдоль SE1 в направлении с запада на восток, и, что важно, все они превышают значения  $V_r$  той части SBS1202+583NE4, которая наблюдается в поле MPFS 2002.

Шесть из областей НII есть и в поле MPFS 2007, и в поле MPFS 2002. На рис.4b приводится график, позволяющий сравнить очередность, в которой их по лучу зрения выстраивают данные двух наблюдений. Деления по оси абсцисс на графике - это элементы матрицы, сложенные в плоскость, а по ординате, квадратиками и крестиками, по данным MPFS 2007 и MPFS 2002, соответственно, отмерено радиальное расстояние,  $\Delta R$ , на которое каждая из пяти областей НII удалена от C1. По данным обоих наблюдений с MPFS, C1 является ближайшей к нам областью НII. В соответствии со значением  $V_r$  в пике интенсивности  $H\alpha$ -излучения по данным MPFS 2007, она находится на расстоянии  $R(\text{Мпк}) = V_r/H = 33.717$ . Значения  $\Delta R$  на графике не приводятся, поскольку оперировать ими непосредственно было бы не корректно, но дублирование очередности расположения, по крайней мере, в случае областей НII C2 и NE4 важно, как дополнительная аргументация.

В случае области НII C2, косвенно подтверждается двойная структура области C, с которой связана основная информация в базах данных.

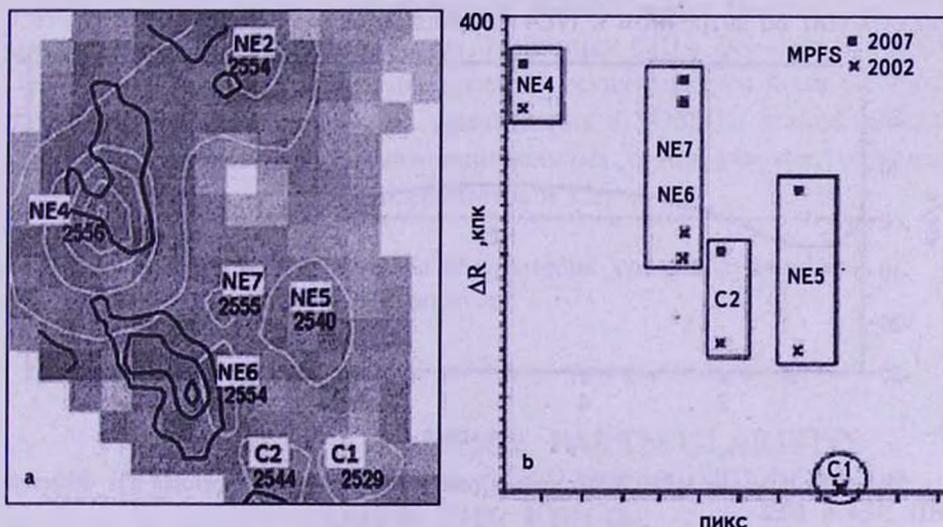


Рис.4. а - поле MPFS 2007 - распределение радиальных скоростей  $V_r$  по  $H\alpha$  показано градациями серого, во всем диапазоне значений, темными изолиниями - при  $V_r > 2555$  км/с; белыми изолиниями показаны контуры областей НII, для которых приводятся значения  $V_r$  в пиках излучения; б - график для сравнения радиальной удаленности пяти из областей НII от ближайшей C1 по данным двух наблюдений: MPFS 2007 - квадратиками, MPFS 2002 - крестиками.

Значения  $V_r$  в пределах С2 растут с запада на восток, превышая по краям ошибку измерения.

В соответствии с графиком 4b наиболее вероятно, что область NE4 расположена дальше остальных по лучу зрения или одна из наиболее удаленных. Своего рода подтверждением можно считать наличие плато, в пределах которого лежит пик ее интенсивности излучения NE4. Флуктуации  $V_r$  здесь практически отсутствуют, что можно интерпретировать как наличие диска, ориентированного перпендикулярно к лучу зрения. На рис.4а на плато указывает одиночный темный контур, при том, что изолинии построены для значений  $V_r > 2555$  км/с с шагом в 10 км/с.

Три вложенных контура (рис.4а) южнее NE4 высвечивают участок, в котором плавным увеличением достигается максимальное в поле значение  $V_r = 2575$  км/с. Внешнему контуру соответствует то же значение, что и контуру плато в NE4, т.е. 2555 км/с. С этим участком с запада граничит область НП NE6, к которой с запада, в свою очередь, примыкает область, где наблюдаются близкие к минимальным в поле значения радиальных скоростей. Разница по краям самой области NE6  $> 40$  км/с, т.е. больше ошибки измерений.

На рис.5 приводится кривая скоростей, построенная по данным в пределах угла, захватывающего частично NE4 и всю NE2. Ее траектория прослеживает плато в NE4 и выявляет небольшую разницу ( $< 30$  км/с) по краям NE2. Если ее интерпретировать как тенденцию к вращению, то оно происходит во встречном к NE4 направлении.

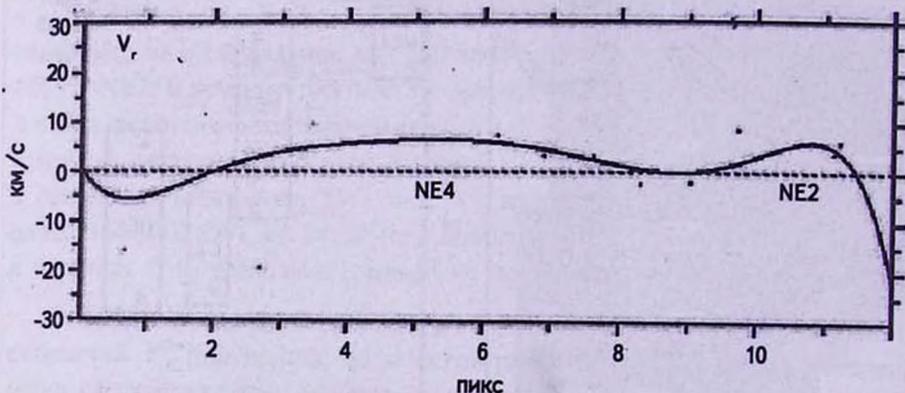


Рис.5. По данным MPFS 2007: кривая распределения  $V_r$ , построенная для областей НП NE4 и NE2.

В целом, только две из областей НП, NE2 и NE4, выделяются как физическая пара. Помимо того, что они составляют структурную компоненту VV270а, значения  $V_r$  вокруг этих областей в среднем больше, чем вокруг областей С1, С2, NE5, что подтверждается данными двух наблюдений.

Косвенно на это указывает и предположение о двойственной структуре галактики в работе Архиповой [5], сделанное по данным вдоль щели спектрографа, пересекающей С и NE2 (а не NE4).

4. *Заключение.* Анализ распределения радиальных скоростей  $V_r$ , определенных по линии H $\alpha$ -излучения, в поле SBS 1202+583, в составе которого были дифференцированы 9 областей HII [1], в частности, показал:

- наличие разницы, превышающей ошибку измерения, в значениях радиальных скоростей  $V_r$ , наибольшей в направлении W-E, по краям областей HII NE6, C2 и SW1, интерпретацией чего может быть, в частности, их вращение в указанном направлении. Такая же тенденция, но в пределах ошибки измерений, прослеживается по краям областей HII, NE5, SE1;

- NE4, наиболее удаленная из областей HII, и NE2, составляют физическую пару.

Итак, у большинства из областей HII, кроме NE4 и C1, наблюдаются сходные кинематические тенденции. Скорее всего, ближняя структура с C1 постепенно разрушается под воздействием удаленной структуры, включающей две наиболее яркие во всем комплексе области HII NE4 и NE2.

Автор благодарит сотрудника САО РАН доктора физ. мат. наук А.В.Моисеева за ценные советы по подготовке статьи.

Финансирование проекта SDSS-III обеспечено Фондом Альфреда Слоана, участвующими в проекте организациями, Национальным Научным Фондом и Отделением Науки Министерства Энергетики США. Веб-сайт SDSS-III - <http://www.sdss3.org/>. Управление проектом осуществляется Консорциумом Астрофизических исследований участвующих в SDSS-III Коллаборации более 27 национальных и межнациональных групп участия, научных институтов, лабораторий, университетов и т.д.

Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна,  
Армения, e-mail: [susánaha@bao.sci.am](mailto:susanaha@bao.sci.am)

## STUDY OF SBS 1202+583. PARTICULARITIES IN THE DISTRIBUTION OF RADIAL VELOCITIES OVER THE FIELD

S.A.HAKOPIAN

The present article is an addition to our basic one on the investigation of SBS 1202+583 (see arXiv: 1401.3359), in which the object was characterized

as a complex, composed of more than nine HII regions. The results used are that of the panoramic spectroscopy, obtained during observations with the multipupil spectrographs MPFS, with the 6-m telescope of SAO Russian Academy of Sciences, and "VAGR" with the 2.6-m telescope of BAO, Armenia. The analysis of the velocity field in  $H\alpha$  allows the assumption, that the complex is situated in an intermediate stage of merging of two structures, one of which, the one connected to the HII region closest to us, SBS1202+583C1 (from the component VV270b), dilapidates being under the impact of the farther structure, connected with SBS1202+583NE4 (from the component VV270a), which in its turn is the more massive and high-powered source of  $H\alpha$  -emission. The field, perturbed under the gravitational impact of the latter structure, stimulates the directional movement of most of the HII regions together with their simultaneous rotation.

*Key words: 3D spectroscopy of galaxies: the velocity fields: the regions HII: object SBS 1202+583: object VV270ab*

## ЛИТЕРАТУРА

1. С.А.Акопян, С.К.Балаян, С.Н.Додонов, А.В.Моисеев, А.А.Смирнова, *Астрофизика*, 55, 1, 2012. (<http://arxiv.org/abs/1401.3359>).
2. <http://www.sdss.org/>
3. <http://leda.univ-lyon1.fr/>
4. Б.А.Воронцов-Вельяминов, Атлас и каталог взаимодействующих галактик.
5. В.П.Архипова, А.В.Засов, Р.И.Носкова, О.К.Сильченко, *Астрон. ж.*, 64, 1161, 1987.