

Спектральный мониторинг оптического компонента ИК-источника IRAS 01005+7910

Д. С. Насонов

Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН

1 Введение

Переменность основных параметров, обнаруженная у некоторых post-AGB звезд, стимулирует проведение спектрального мониторинга этих объектов. ИК-источник IRAS 01005+7910 (далее IRAS 01005) расположен на высокой галактической широте ($b=16^\circ$) и отождествлен с горячей пекулярной звездой. Отсутствие мазерного излучения в линиях молекул CO и OH [1] говорит о том, что объект близок к стадии планетарной туманности [2]. Инфракрасный спектр содержит различные эмиссионные детали, характерные для богатых углеродом PPN [3].

Основные параметры центральной звезды определены в работе [4]: спектральный класс B1.7 и $T_{\text{eff}}=21500$ К. Эти же авторы [4] обнаружили переменность оптического спектра источника. В настоящей работе представлены результаты дальнейшего спектрального мониторинга объекта.

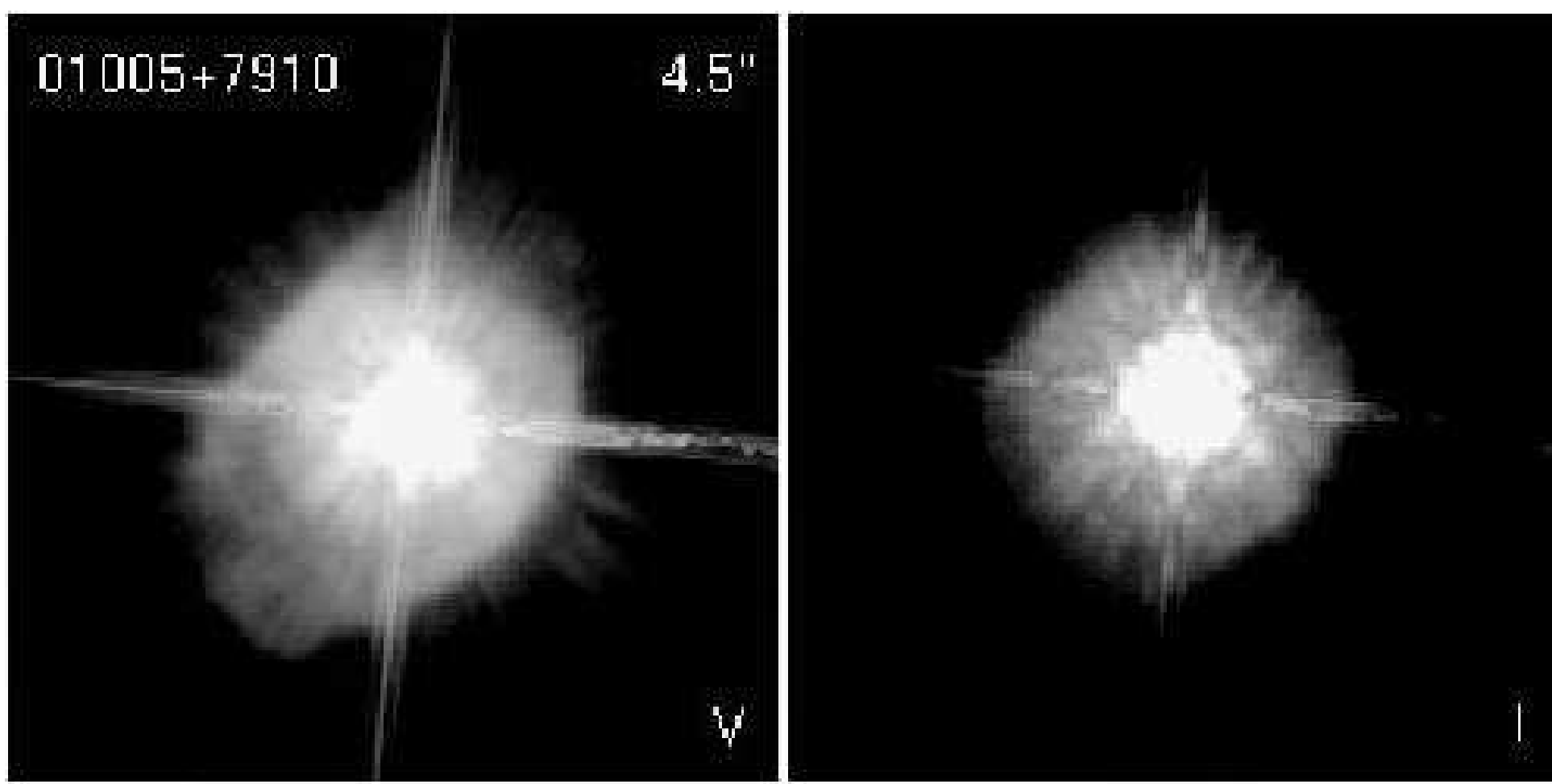
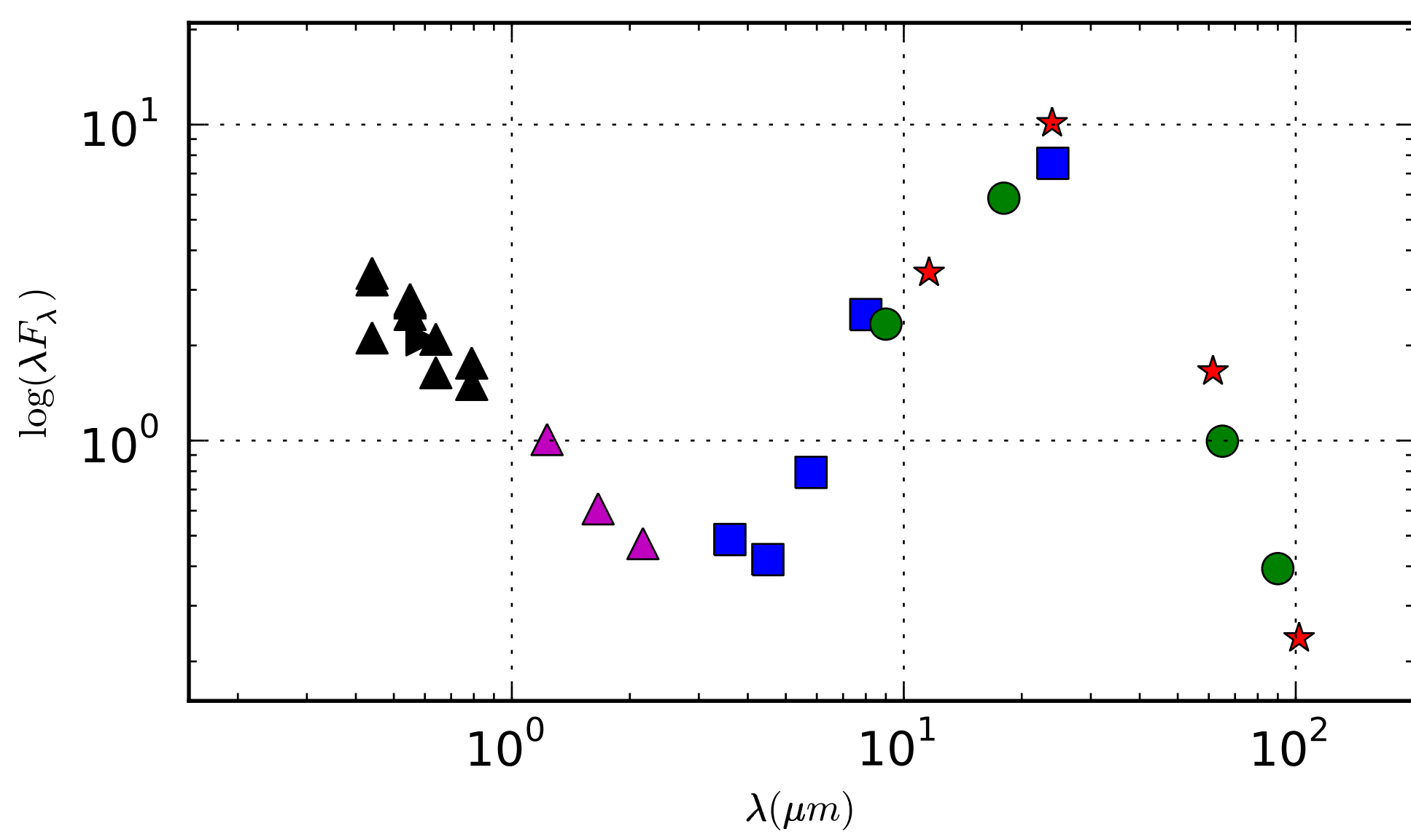


Рис. 1: Вверху: распределение энергии в спектре IRAS01005 по данным фотометрии из обзоров 2MASS, IRAS, AKARI и др. Квадратами обозначены данные фотометрии IRAC [5]. Внизу: изображение, полученное HST [6].

2 Наблюдения

Оптические спектры высокого разрешения IRAS 01005 были получены В.Г. Клочковой, М.В. Юшкиным и В.Е. Панчуком на БТА с эшелными спектрографами PFES (спектральное разрешение $R=15000$, [7]), Рысь ($R=30000$, [8]) и эшелле-спектрографом NES ($R>50000$, [9]) с 1999 по 2009 год. Всего 32 спектра, 22 из них получены с отношением $S/N>60$.

Наблюдения на спектрографе НЭС выполнены с использованием ПЗС-матрицы 2048×2048 элементов и в большинстве случаев с резателем изображений [9]. Всего на НЭС БТА получено 24 спектра.

3 Особенности оптического спектра IRAS 01005

В спектре IRAS 01005 отождествлены:

- абсорбционные линии C II, C III 4647 Å, N II, O II, Al III, Si II 4128, 4131 Å, Si III, Si IV 4089, 4116 Å, S II/III, Ne I;
- эмиссионные линии Si II, O I, C II (6462 Å и другие); запрещенные эмиссии [Fe II] (14 линий), [N I/II], [S II], [Ni II 7378], [O I];
- эмиссионно-абсорбционные линии (профили типа P Cyg): H I, He I, Na D_{1,2}, Fe III, Mg II 4481 Å, C II (4267 Å и другие).
- Спектры содержат слабые межзвездные полосы поглощения (DIB).

Перечисленные особенности спектра иллюстрирует рис. 2.

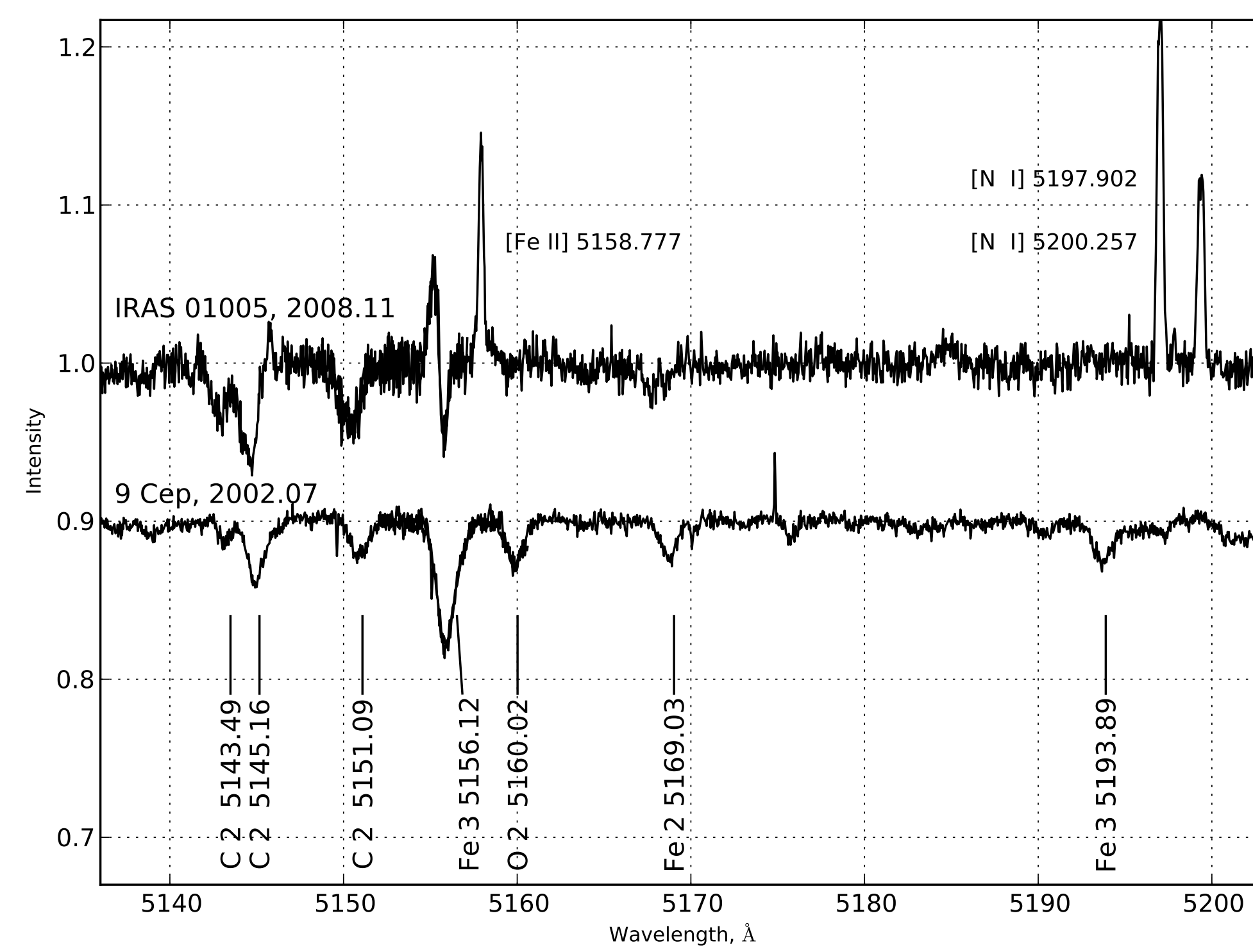


Рис. 2: Фрагмент атласа спектров нормального сверхгиганта 9 Сеп и IRAS01005, демонстрирующий спектральные особенности IRAS01005: наличие у спектральных линий профилей типа P Cyg, небулярных эмиссий, дефицит металлов.

3.1 Спектральная переменность

Переменность лучевых скоростей наблюдается в пределах одного спектра, в том числе по линиям одного и того же элемента. Между линиями разных элементов различия такого же порядка.

Переменность во времени наблюдается в интервале значений от -20 до -56 км/с, изменения заметны на масштабах в 1 сутки (рис. 3).

Наблюдается и переменность профилей: как следует из рис. 4, асимметрия профилей различна в разные даты.

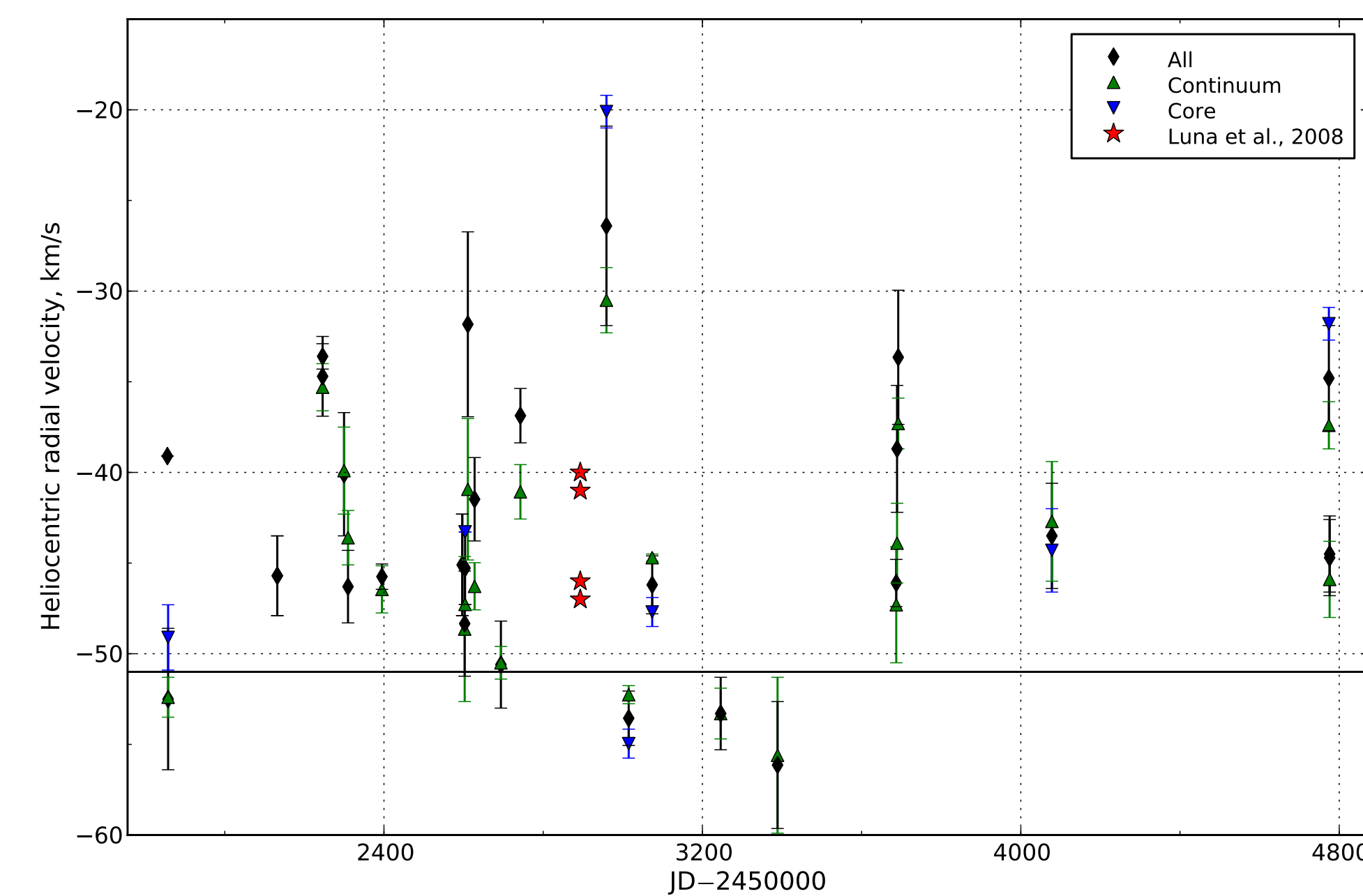


Рис. 3: Переменность лучевой скорости в зависимости от даты наблюдения. Представлены измерения по ядру линии, вблизи континуума и по центру тяжести линии. Звездами отмечены измерения линий C, N, O, Si [10]. Горизонтальной линией указана системная скорость $V_{\text{sys}} = -51$ км/с.

3.2 Переменность линий водорода и гелия

Профили линий H_α и H_β имеют постоянный синий склон, в отличие от переменного красного (рис. 4).

В синем крыле линий H_α и H_β в разное время наблюдается эмиссия, сменяемая абсорбцией.

Профили линий He I в различные даты могут иметь симметричный абсорбционный профиль, асимметричный профиль с признаками эмиссии или сложный профиль типа P Cyg.

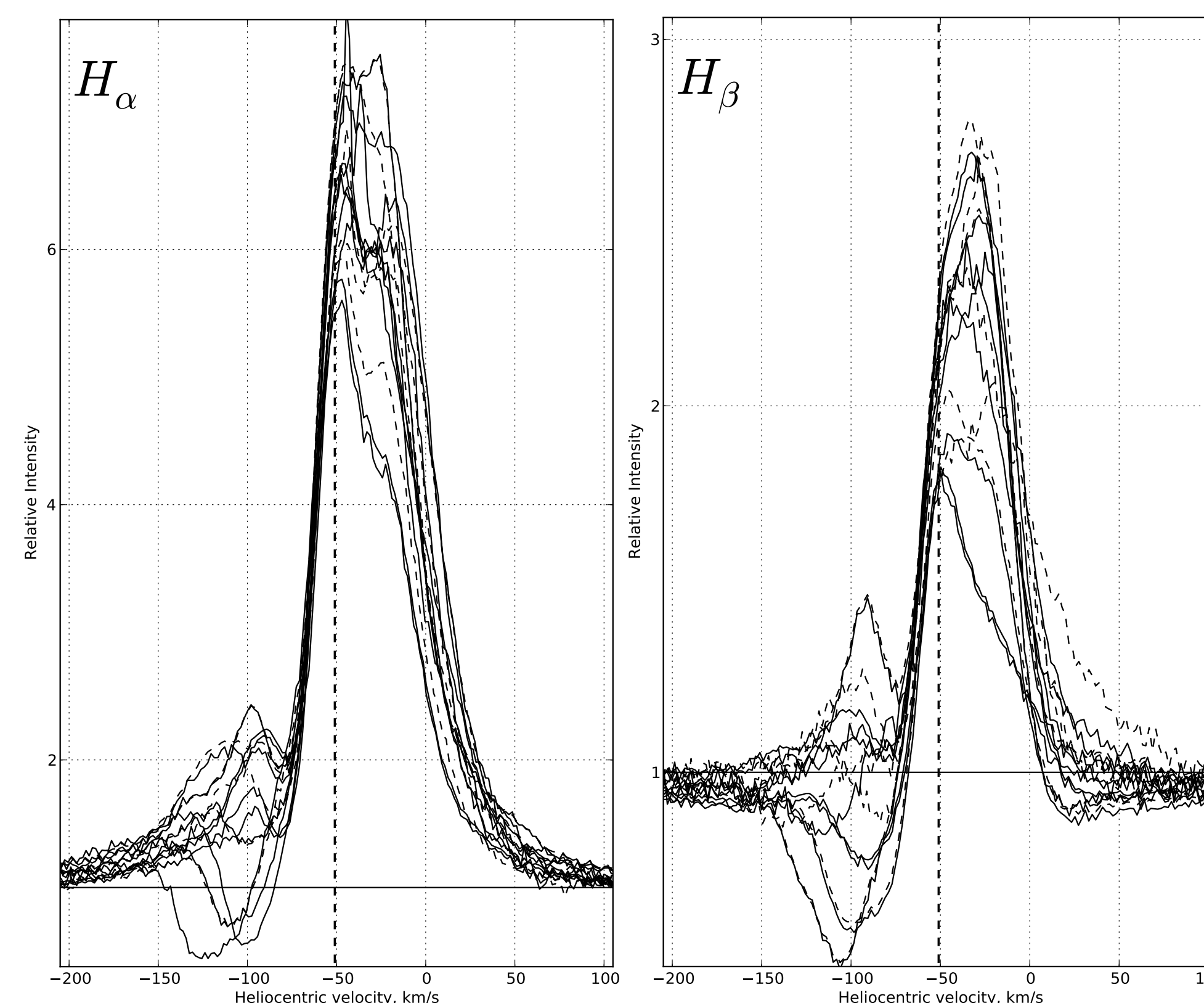


Рис. 4: Профили линий водорода в различные даты. Линии H_α и H_β одновременно не регистрировались. Вертикальной линией указана системная скорость $V_{\text{sys}} = -51$ км/с.

3.3 Системная скорость

В резонансных линиях дублета натрия Na D_{1,2} при спектральном разрешении $R>50000$ выделены 5 постоянных абсорбционных компонент $V_r = -11, -28, -52, -65$ и -73 км/с. Межзвездная природа 3-х абсорбционных компонент подтверждается распределением по скоростям эмиссионных линий водорода 21 см [11], наблюдаемых в направлении на объект (рис. 5). В некоторые даты в линии D₂ в красном и/или синем крыле появляется широкая эмиссия.

Запрещенные эмиссии показывают постоянную лучевую скорость -51 ± 1.4 км/с, которую можно принять в качестве системной.

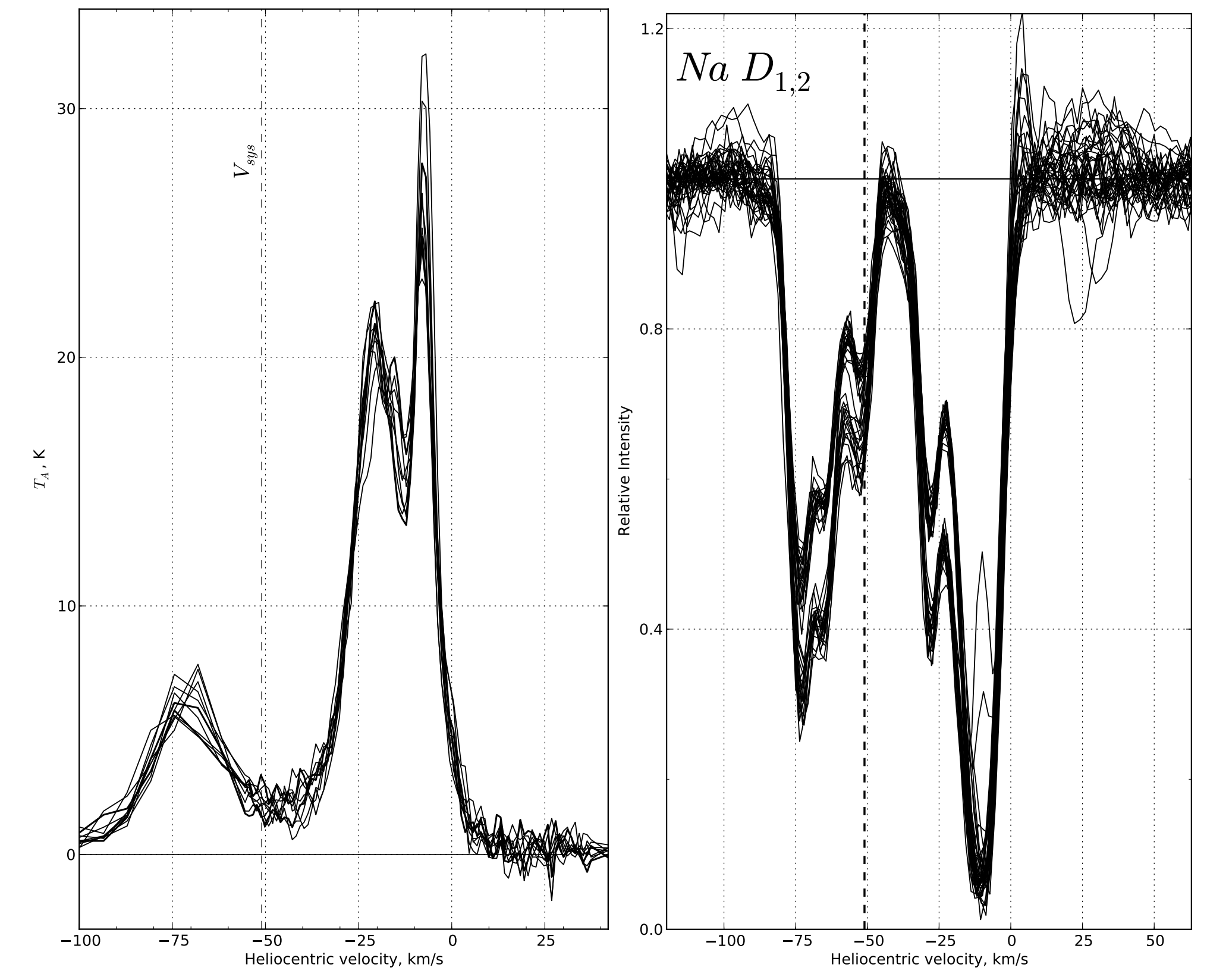


Рис. 5: Профили линий в шкале гелиоцентрических лучевых скоростей. Слева: 10 профилей эмиссионной линии H 21 см, наблюдаемые в радиусе 43 угл. мин. вокруг IRAS 01005. Справа: профили резонансного дублета Na D_{1,2} в различные даты. Вертикальной линией указана системная скорость $V_{\text{sys}} = -51$ км/с.

4 Заключение

- Расширен подготовленный ранее [4] список отождествленных спектральных линий, содержащий измерения лучевых скоростей в широком диапазоне длин волн.
- Профили линий водорода и гелия говорят о сложной и переменной во времени и пространстве картине истечения вещества.
- Запрещенные эмиссии показывают постоянную лучевую скорость, которая может быть принята в качестве системной.
- Резонансный дублет линий Na D_{1,2} разделяется на 5 постоянных абсорбционных компонентов. Четыре из них, вероятно, являются межзвездными. Пятый компонент имеет скорость, близкую к определенной по запрещенным линиям.
- По профилям запрещенных эмиссий определена скорость расширения туманности, типичная для подобных объектов: $V_{\text{exp}} = 8 \div 11$ км/с.

5 Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 08-02-00072 а).

Список литературы

- [1] L. Likkel, ApJ **344**, 350 (1989).
- [2] B.M. Lewis, ApJ **338**, 234 (1989).
- [3] B.J. Hrivnak, K. Volk and S. Kwok, ApJ **535**, 275 (2000).
- [4] V.G. Klochkova, M.V. Yushkin, A.S. Miroshnichenko et al., A&A **392**, 143 (2002).
- [5] L. Cerrigone, J.L. Hora, G. Umana et al., ApJ **703**, 585 (2009).
- [6] N. Siodmiak, M. Meixner, T. Ueta et al., ApJ **677**, 382 (2008).
- [7] V.E. Panchuk, J.D. Najdenov, V.G. Klochkova et al., Bull. Spec. Astrophys. Obs. **44**, 127 (1998).
- [8] В. Е. Панчук, В. Г. Клочкова, И. Д. Найденов и др., Препринт №139 (Спец. астрофиз. обсерв. РАН, Нижний Архыз, 1999).
- [9] В.Е. Панчук, В.Г. Клочкова, М.В. Юшкин, И.Д. Найденов, Опт. Журн. **76**, 42 (2009).
- [10] R. Luna, N.L.J. Cox, M.A. Satorre et al., A&A **480**, 133 (2008).
- [11] C. Heiles and H.J. Habing, A&AS **14**, 1 (1974).