

Поиск околозвёздных газовых оболочек у магнитных химически пекулярных молодых А-В звезд из ассоциации Orion OB1

Погодин М.А.¹, Драйке Н.А.^{2,3,4}, Corradi W.J.B.^{2,5}, Braz P.H.F.B.⁵, Романюк И.И.⁶, Холтыгин А.Ф.⁴, Бескровная Н.Г.^{1,6}, Исмаилов Н.З.⁷, Holanda N.³, Santrich O.J.Katime⁸, Ким В.Ю.^{1,9}

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

² Laboratório Nacional de Astrofísica, 37504-364, Itajubá, MG, Brazil

³ Observatório Nacional / MSTI, 20921-400, Rio de Janeiro, Brazil

⁴ Лаборатория наблюдательной астрофизики, СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Departamento de Física, Universidade de Minas Gerais, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brazil

⁶ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

⁷ Шамахинская астрофизическая обсерватория, Шамахи, Азербайджан

⁸ Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, 45662-900, Bahia, Brazil

⁹ Астрофизический институт им. Фесенкова, Казахстан

Работа посвящена поиску спектральных аномалий у атмосферных профилей линии $H\alpha$ в спектрах 56 магнитных химически пекулярных молодых А - В звезд из ассоциации Orion OB1. Целью работы было обнаружить наблюдательные признаки реликтовой газовой оболочки, которая окружает звезды на стадии эволюции до главной последовательности (PMS стадия). Наблюдательный материал был получен в 2022–2024 г.г. на 1.6-м телескопе обсерватории LNA в Бразилии, а часть спектров была взята из архивов обсерватории ESO. В результате у 9 объектов из 56 были обнаружены аномалии атмосферных $H\alpha$ профилей, которые можно подразделить на несколько типов. Был проведен анализ возможной природы обнаруженных спектральных аномалий. Ни у одного объекта программы не были обнаружены признаки реликтовой оболочки. Было сделано предположение, что сильное магнитное поле может ускорить ее диссипацию.

Поступила в редакцию ??.11.2025 г. Принята в печать ???.2025 г.

Ключевые слова: PMS объекты, химически пекулярные звезды, магнитные поля

Search for circumstellar gaseous envelopes around magnetic chemically peculiar young A-B stars from the Orion OB1 association

M.A. Pogodin¹, N.A. Drake^{2,3,4}, W.J.B. Corradi^{2,5}, P.H.F.B. Braz⁵, I.I. Romanyuk⁶, A.F. Kholtygin⁴, N.G. Beskrovnaya^{1,6}, N.Z. Ismailov⁷, N. Holanda³, O.J. Katime Santrich⁸, V.Yu. Kim^{1,9}

¹ Pulkovo observatory, Saint-Petersburg, Russia

² Laboratório Nacional de Astrofísica, 37504-364, Itajubá, MG, Brazil

³ Observatório Nacional/MCTIC, 20921-400, Rio de Janeiro, Brazil

⁴ Laboratory of observational astrophysics, S.Peterburg State University, Russia

⁵ Departameno de Física Universidade de Minas Gerais, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brazil

⁶ Special astrophysical observatory, Nizhnij Arkhyz, Russia

⁷ Shamakhy astrophysical observatory, Shamakhy, Azerbaijan

⁸ Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, 45662-900, Bahia, Brazil

⁹ Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan

The article is dedicated to a search for spectral anomalies in $H\alpha$ profiles in the spectra of 56 magnetic chemically peculiar young A–B stars from the Orion OB1 association. The aim of our study was to find observational features of the relic gaseous envelopes surrounding stars on the PMS stage of their evolution. The observations were carried out in 2022–2024 with the 1.6 m telescope of the LNA observatory (Brazil). Additionally, a number of spectra have been taken from the ESO archives. As a result, the anomalies of the atmospheric $H\alpha$ profiles have been revealed and classified in 9 objects of 56. An analysis of possible nature of these anomalies has been carried out. None of the program's objects demonstrates the presence of a relic gaseous envelope. An assumption has been made that a strong magnetic field can stimulate its quick dissipation.

Received ??.11.2025. Accepted ???.11.2025.

Keywords: PMS objects, chemically peculiar stars, magnetic fields

DOI:

1. Введение

В настоящее время известно, что эволюция околозвездных газо-пылевых оболочек у объектов на стадии эволюции до главной последовательности (PMS-стадии) протекает своим собственным путем независимо от эволюции самой звезды, ход которой сильно зависит от массы объекта. Благодаря этому, наиболее массивные PMS объекты с массой 6–8 $M_{\odot}$ выходят на главную последовательность, еще окруженные реликтовыми

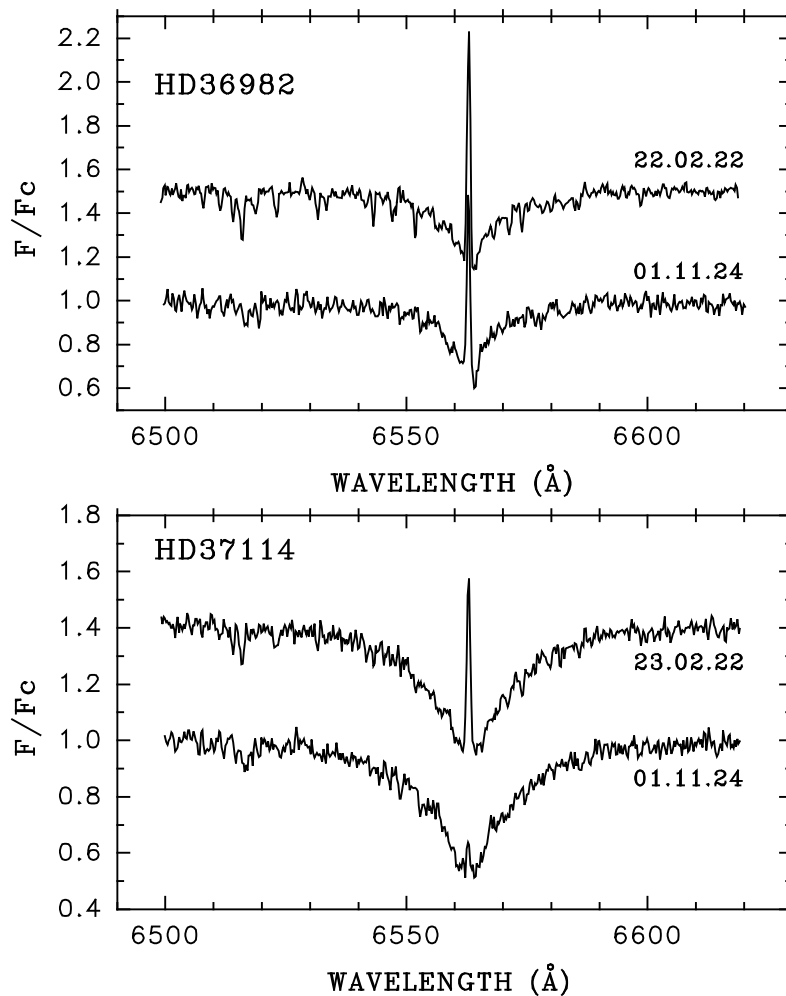


Рис. 1: Профили линии $H\alpha$, демонстрирующие узкую эмиссионную линию туманности M42.

оболочками, а многие маломассивные звезды типа T Tauri (масса менее $1M_{\odot}$) уже теряют их еще до выхода на главную последовательность. Пример тому - одновременное существование классических T Tau-звезд, окруженных оболочками (CTTS) и слабоэмиссионных звезд этого класса (WTTS), у которых оболочка диссипировала. Задачей нашей работы было исследовать на представительной выборке PMS объектов промежуточных масс ($2 - 8 M_{\odot}$), какие из них еще окружены реликтовыми газо-пылевыми оболочками, а какие уже нет, и как это может быть связано с другими параметрами этих объектов (возраст, магнитное поле и т.д.). В качестве объектов исследования была выбрана группа из 56 молодых химически peculiar звезд из ассоциации Orio OB1, магнетизм которых был предварительно исследован в САО РАН группой Романюка и его коллег [1]. Конкретная программа наблюдений предполагала анализ профилей линии $H\alpha$ в спектрах выбранных объектов и поиск их любых отклонений от атмосферного абсорбционного профиля для данного спектрального типа.

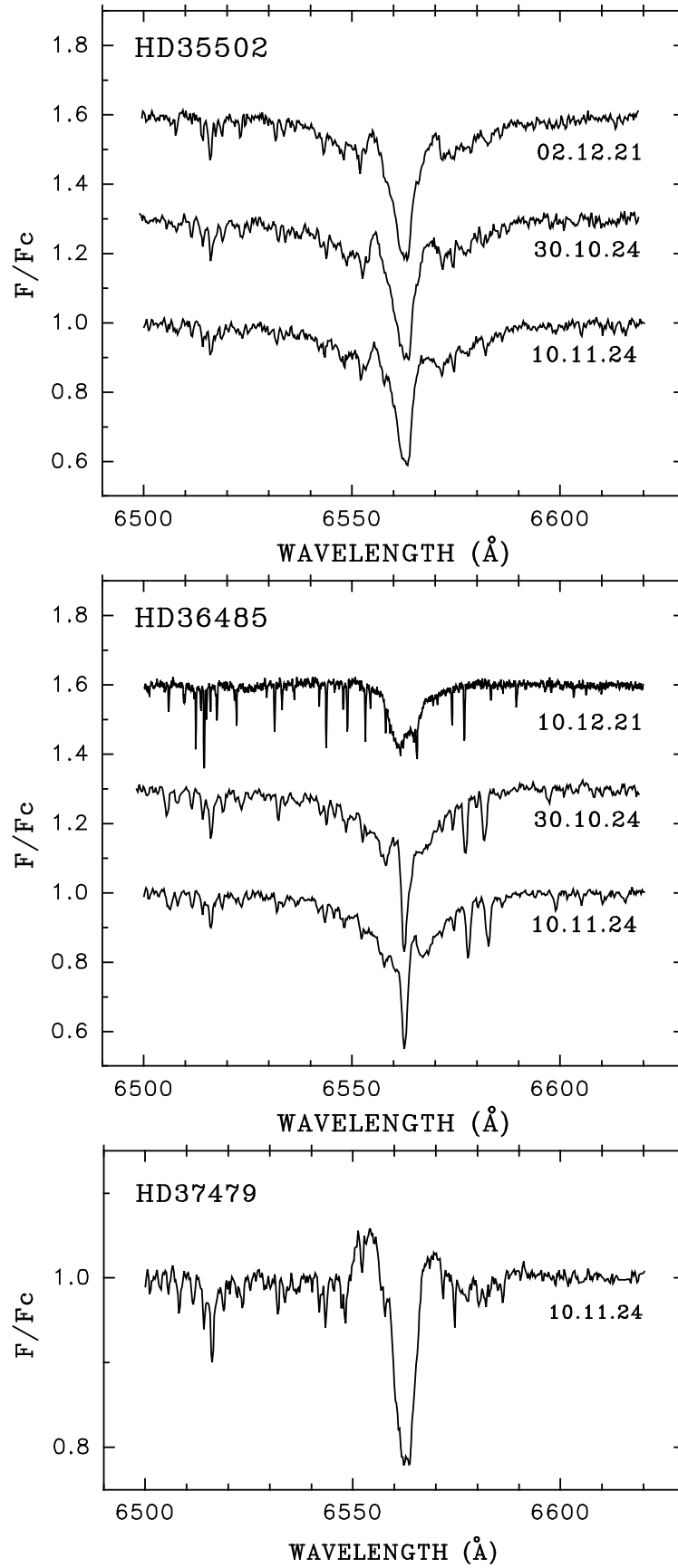
2. Наблюдения

Наблюдения проводились в 2022-2024 на 1.6-м телескопе обсерватории Pico Dos Dias/LNA в Бразилии. Был использован кудэ-спектрограф со спектральным разрешением $R \sim 15\,000$. Дополнительно были взяты спектры из архивов обсерватории ESO (Чили), полученные со спектрографом высокого разрешения FEROS ($R = 48\,000$). Для большинства объектов программы было получено несколько спектров в различные даты.

3. Результаты

Исследование $H\alpha$ профилей объектов программы показало, что у 9 объектов из 56 присутствуют отклонения наблюдаемого профиля от обычного абсорбционного профиля звездной атмосферы. Анализ обнаруженных спектральных аномалий позволил разделить их на четыре типа.

3.1 Эмиссия туманности, в которую погружена звезда (рис. 1) Выглядит, как узкие эмиссионные компоненты на абсорбционной атмосферной подложке. Они позиционно постоянны, но могут изменяться по

Рис. 2: Широкие двойные эмиссионные профили линии $H\alpha$.

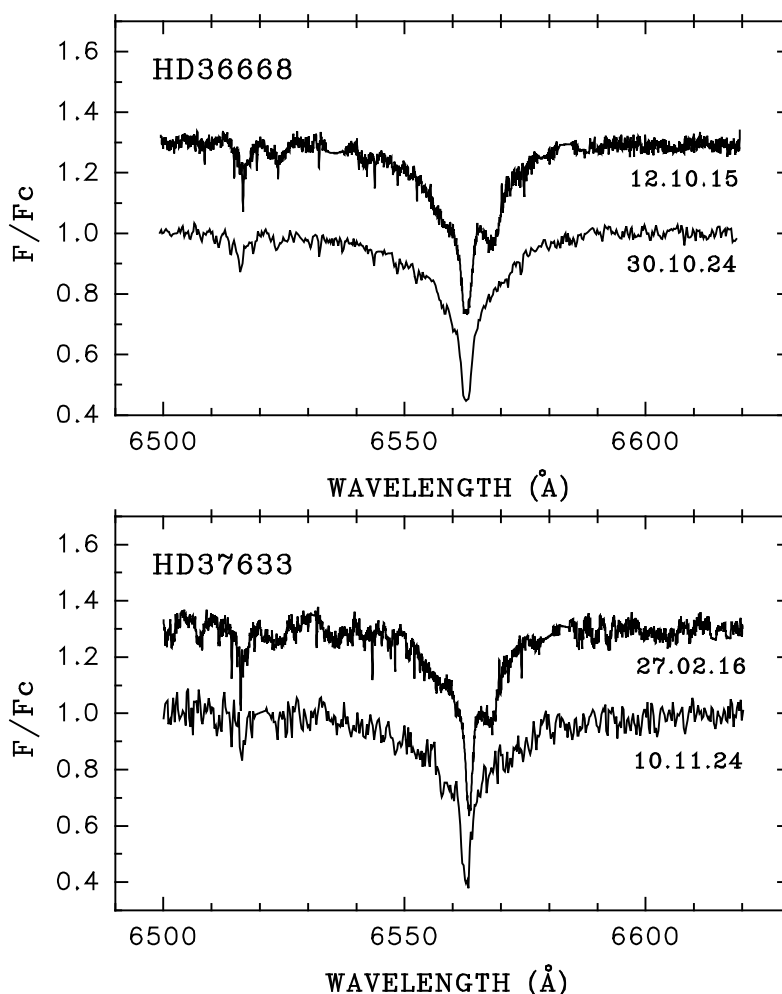


Рис. 3: Профили линии $H\alpha$ с двойными абсорбционными компонентами.

интенсивности (HD 37114). Оба объекта расположены в Туманности Ориона (M42), имеют очень молодой возраст (менее 10^6 лет). Не показывают признаков магнитного поля, но имеют пылевой ИК эксцесс на длинах волн более 10 мкм.

3.2 Широкие двойные эмиссионные профили (рис. 2). Такие профили наблюдаются у 3-х объектов. Все они имеют ранние спектральные классы (B2–B5) и входят в двойные и кратные системы. У всех из них присутствуют сильные магнитные поля более 10 кГс и отсутствуют пылевые ИК эксцессы. Был сделан вывод, что их околозвездные оболочки не происходят от реликтовых аккреционных дисков, их формирует истечение газа из звезды, управляемое магнитным полем внутри протяженной магнитосферы (см. [2, 3, 4, 5]).

3.3 Двойные абсорбционные профили как у спектрально двойных (рис. 3). У двух объектов программы в отдельные даты появлялись вторичные абсорбционные профили, и линия становилась похожа на те, что наблюдаются у спектрально двойных звезд. Но отличие было в том, что основной абсорбционный компонент оставался постоянным по шкале длин волн. У этих объектов также присутствуют сильные магнитные поля до 10 кГс и отсутствует пылевой ИК эксцесс. Их фотометрические кривые и кривые изменения продольного магнитного поля B_z свидетельствуют о сильной поверхностной запятненности звезд. Было сделано заключение, что наблюдаемая спектральная переменность есть результат вращения пятен на поверхности звезды с разной температурой (см. [6, 7]).

3.4 Искаженные атмосферные профили неизвестной пока природы (рис. 4). Слабовыраженная спектральная переменность может иметь причину, отмеченную в двух предыдущих случаях 3.2 и 3.3, однако требует дополнительного наблюдательного подтверждения (см. [8, 9]).

Заключение

Проведенное исследование показало, что ни у одного из 56 объектов программы не было обнаружено признаков реликтовой газовой оболочки. Возможно, что причиной этого является наличие сильных магнитных полей у объектов исследования.

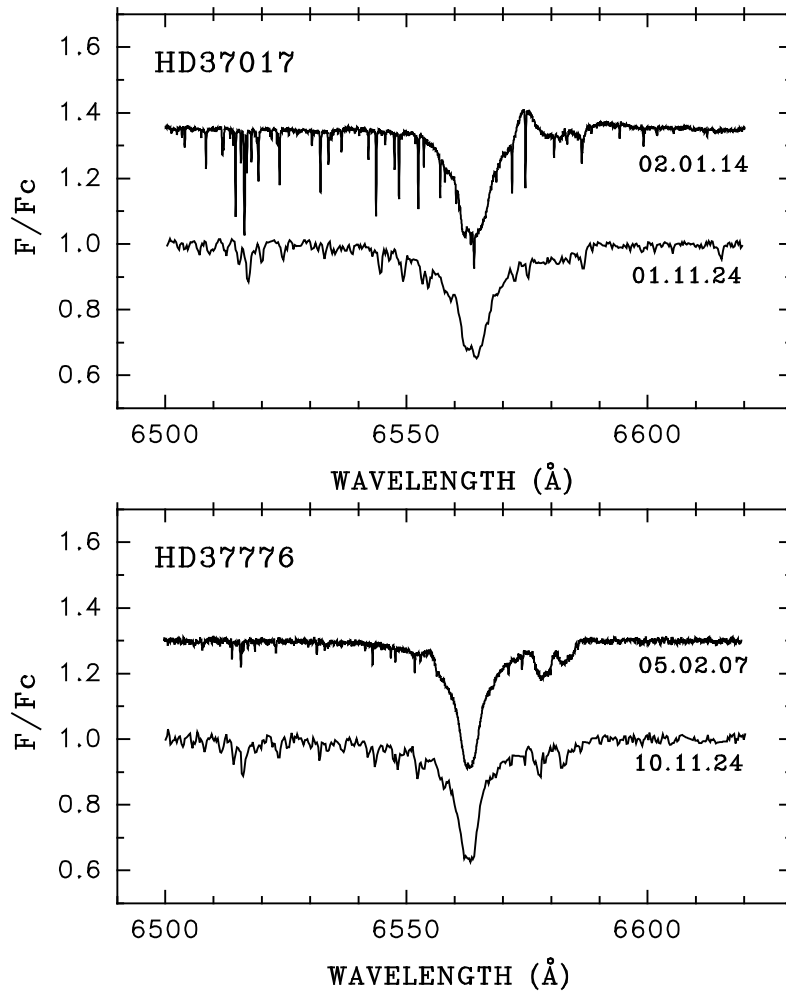


Рис. 4: Профили линии $H\alpha$ со слабовыраженными аномальными деталями неотожествленной природы.

Список литературы

1. E. Semenko, I. Romanyuk, I. Yakunin, D. Kudryavtsev, and A. Moiseeva, *MNRAS*, **515**, 998, 2022.
2. J. Sikora, G. A. Wade, D. A. Bohlender, M. Shultz, et al., *MNRAS*, **460**, 1811, 2016.
3. F. Leone, D. A. Bohlender, C. T. Bolton, C. Buemi, G. Catanzaro, G. M. Hill, and M. J. Stift, *MNRAS*, **401**, 2739, 2010.
4. A. Oplštilová, P. Mayer, P. Harmanec, M. Brož, et al., *A&A*, **672**, A31, 2023.
5. W. Peng, H. Song, G. Meynet, A. Maeder, et al., *A&A*, **657**, A116, 2022.
6. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, I. A. Yakunin, D. O. Kudryavtsev, and A. V. Moiseeva, *Astrophysical Bulletin*, **72**, 165, 2017.
7. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, A. V. Moiseeva, I. A. Yakunin, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin*, **76**, 39, 2021.
8. Y. V. Glagolevskij, *Astrophysics*, **59**, 321, 2016.
9. C. Trigilio, P. Leto, G. Umana, F. Leone, and C. S. Buemi, *A&A*, **418**, 593, 2004.