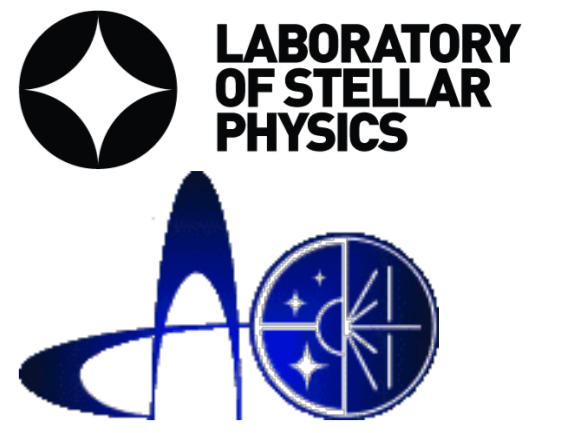


Моделирование протяженных атмосфер для объектов с температурой менее 40000 К



А. Костенков, А. Винокуров, Ю. Соловьева, С. Фабрика

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз

Аннотация

Мы представляем предварительные результаты расчета моделей протяженных атмосфер для звезд с температурой в диапазоне 12000–40000 К и темпом потери массы 10^{-5} – $10^{-4} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ при различных скоростях ветра и химических составах. Большое количество объектов, имеющих эмиссионные спектры, такие как яркие голубые переменные (LBV звезды), В[e]-сверхгиганты, ультраяркие рентгеновские источники (ULXs) часто имеют эффективные температуры менее 20000–25000 К. Определение основных параметров ветра по эмиссионным линиям в оптическом диапазоне для объектов с эффективной температурой менее 25000 К затруднено ввиду отсутствия явных независимых маркеров (например, отношение эквивалентных ширин линий He II и He I). Определение температуры и темпа потери массы для таких "холодных" атмосфер возможно по другим косвенным признакам, например, абсорбционному компоненту линий Бальмеровской серии для которого критическим фактором являются как температура так и темп потери массы (увеличение количества нейтрального водорода может привести к резкому росту поглощения в линиях Лаймановской серии) отношению линий Fe III $\lambda 5127$, $\lambda 5156$ и Fe II $\lambda 5169$ (сила линии Fe II $\lambda 5169$ существенно зависит реакций перезарядки с участием нейтрального водорода во внешних частях ветра). Поэтому для определения основных параметров протяженной атмосферы необходим расчет большого количества моделей ввиду связанности всех параметров. В работе представлены результаты расчета сеток моделей в виде диаграмм эквивалентных ширин для выбранных линий водорода, He, C, N, Si и Fe, а так же результаты исследований некоторых эмиссионных объектов при помощи рассчитанных моделей.

Результаты

Мы представляем результаты моделирования эмиссионных спектров для ветра $V_{\infty} = 300 \text{ km s}^{-1}$, $\beta = 1.0$ для LBV звезд ($X_{\text{H}} = 40\%$, $X_{\text{N}}/X_{\odot} = 10$, $X_{\text{C}}/X_{\odot} = 0.4$) и ультраярких рентгеновских источников (солнечный химический состав) в виде диаграмм эквивалентных ширин на Рис. 1.

На Рис. 1 (a, b, c, d, e) представлены диаграммы для LBV звезд, на Рис. (f, g, h, i) представлены диаграммы для ULXs. Мы сравнивали полученные диаграммы со значениями эквивалентных ширин линий Галактических LBV и LBV кандидатов (P Cygni, MN112), а так же ULXs (UGC 6456 X-1, Holmberg IX X-1, Holmberg II X-1, NGC 5204 X-1, NGC 4559 X-1). Для LBV звезд мы нашли хорошее соответствие с моделями в диапазоне температур $T_{*} = 12000$ – 40000 К и темпа потери массы $\log \dot{M} = -(4.2-5.0) M_{\odot} \text{yr}^{-1}$. В то время как темп потери массы для ULXs оказался слишком велик при $\log \dot{M} > -5.15 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$. Вероятно, эквивалентные ширины линий водорода, He I и He II в спектрах ULXs соответствуют $\log \dot{M} < -(5.3-5.4) M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ при температурах $T_{*} > 30000$ К.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-32-20214.

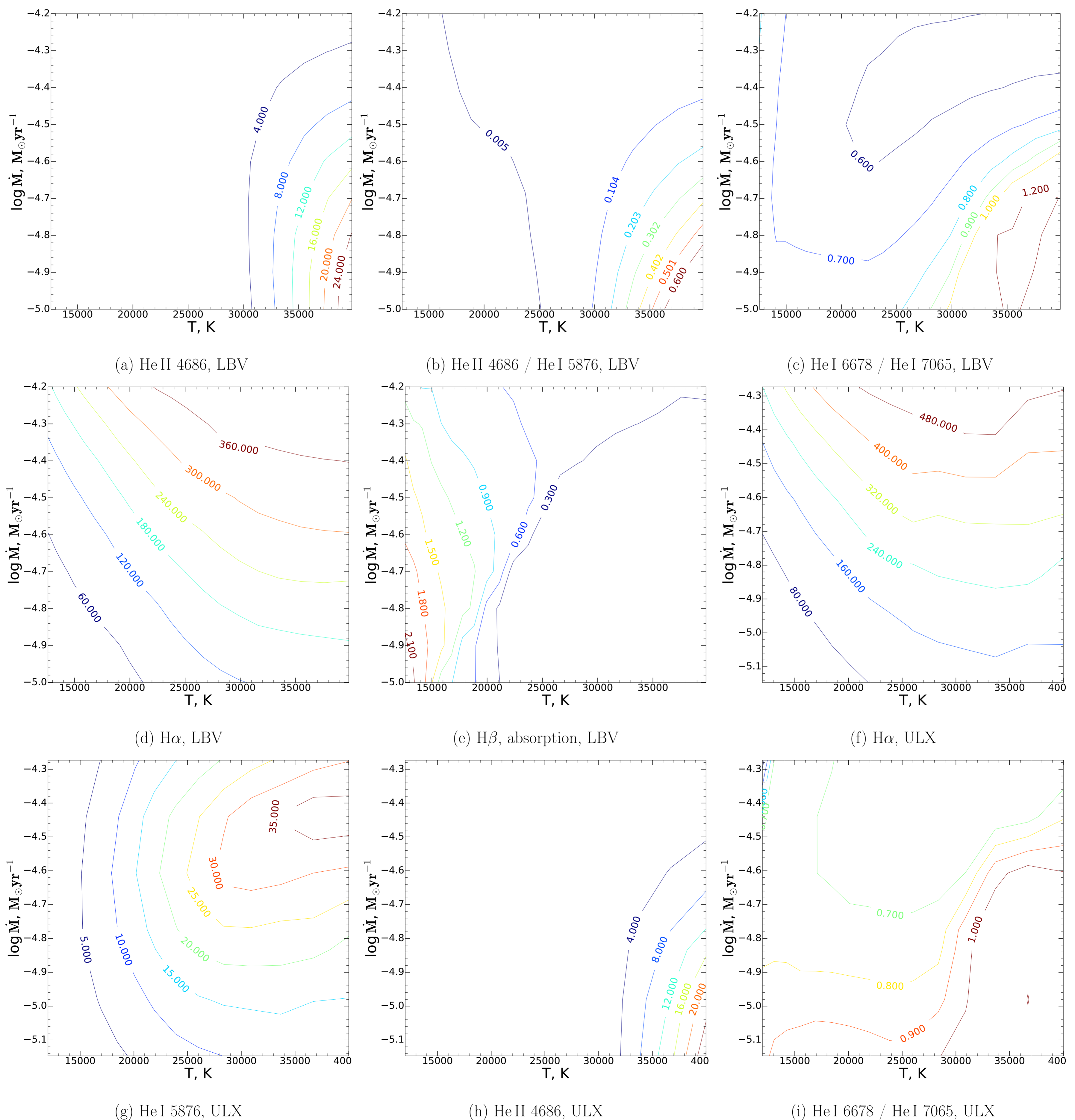


Рис. 1: Диаграммы эквивалентных ширин некоторых линий для сеток моделей LBV и ULXs.