

Поиск тёмных облаков молекулярного водорода в центральной части Солнечной системы



А. В. Попкова (ГАИШ МГУ, ИЯИ РАН, av.fokanova@physics.msu.ru),

М. С. Пширков (ГАИШ МГУ, ИЯИ РАН, ПРАО АКЦ ФИАН), А. В. Тунцов (Manly Astrophysics, AU)

АННОТАЦИЯ

Мы исследовали гипотезу о том, что часть барионной тёмной материи Галактики находится в форме небольших тёмных облаков молекулярного водорода и поставили ограничение на их концентрацию в центральных областях Солнечной системы: $n_{cl} < 5.4 \times 10^{-11} \text{AU}^{-3}$. Это позволяет оценить верхний предел массы тёмной материи в данной форме, гравитационно связанной с Солнцем: от $0.1 M_{\odot}$ до $70 M_{\odot}$ в зависимости от профиля распределения облаков в Солнечной системе.

ТЁМНЫЕ ОБЛАКА H_2 КАК ГАММА-ИСТОЧНИКИ

Гамма-излучение рождается во взаимодействии вещества облака с космическими лучами.

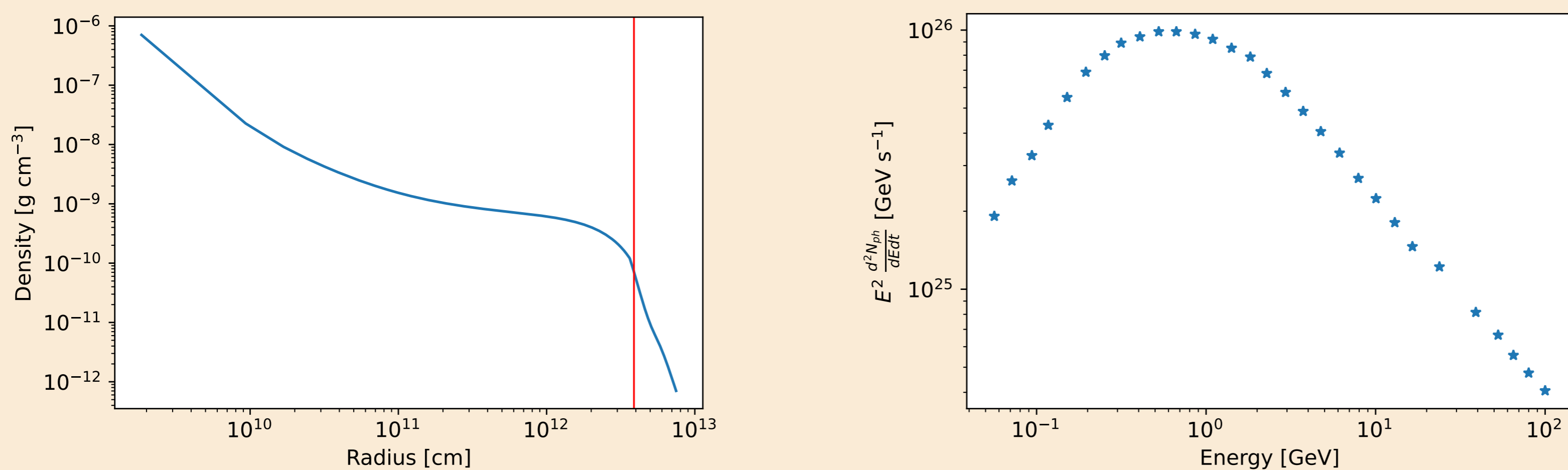


Рис. 1: Слева: Профиль плотности модельного облака. Красной линией отмечена примерная граница гамма-яркой оболочки облака. Справа: Ожидаемый гамма-спектр модельного облака

Модель облака:

1. Масса облака: $M_{cl} \approx 3 \times 10^{-5} M_{\odot}$
2. Радиус облака: $R_{cl} \approx 0.5 \text{ а.е.}$
3. Светимость облака в диапазоне от 1 до 100 ГэВ:
 $L_{cl} \approx 6.8 \times 10^{25} \text{ фот/с}$
4. Толщина гамма-яркой оболочки облака:
 $h \approx 0.2 \text{ а.е.}$

Отбор кандидатов в облака из каталога 4FGL-DR4 обсерватории Fermi LAT:

- Неотождествлённые
- Значимость детектирования $> 5\sigma$
- Спектральный индекс $2.0 < \alpha < 2.8$
- Индекс переменности < 18.48 (непеременные)
→ **N = 515 источников-кандидатов**

Анализ спектра от облака и кривых чувствительности Fermi LAT позволяет сделать вывод, что Fermi LAT может зарегистрировать облако на расстоянии $r_{sens} < 1.3 \times 10^4 \text{ а.е.}$

$$n_{cl} < 515 \times \frac{3}{4\pi r_{sens}^3} \approx 6.3 \times 10^{-11} \text{AU}^{-3} \approx 5.6 \times 10^5 \text{pc}^{-3}.$$

ТЁМНЫЕ ОБЛАКА КАК ТЕНИ НА УФ ФОНЕ НЕБА

Тёмные облака H_2 должны выглядеть как тёмные тени на УФ фоне неба. Для поиска теней в направлениях на отобранные неотождествлённые гамма-источники использовался обзор All-Sky Imaging Survey космической обсерватории GALEX. Ожидаемый размер тени $r = 0.3 - 0.4 \text{ а.е.}$

Исследование позволило сделать вывод об отсутствии теней от облаков угловым размером свыше $40'' \rightarrow$ **не обнаружено тёмных облаков на расстоянии ближе $r \approx 3 \times 10^3 \text{ а.е.}$**

Значит, при случайном измерении количества тёмных облаков в объёме, соответствующем телесному углу Ω_{GALEX} обзора AIS и найденному предельному расстоянию r , с вероятностью 95% получим $N_{max} < 3.7$. Итоговое ограничение на концентрацию облаков в центральных областях Солнечной Системы:

$$n_{cl} < N_{max} \times \frac{3}{\Omega_{GALEX} r^3} \approx 5.4 \times 10^{-11} \text{AU}^{-3} \approx 4.7 \times 10^5 \text{pc}^{-3}$$

Исследование поддержано Минобрнауки РФ в рамках программы финансирования крупных научных проектов национального проекта "Наука грант номер 075-15-2024-541.