

СПЕКТРАЛЬНЫЙ ОБЗОР ОБЛАСТИ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ W51E1/E2 в 4-мм ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН.

С. Каленский, П. Голышева (АКЦ ФИАН); П. Бергман, Х. Улофссон (OSO);
К. Дегтярёв (МФТИ)

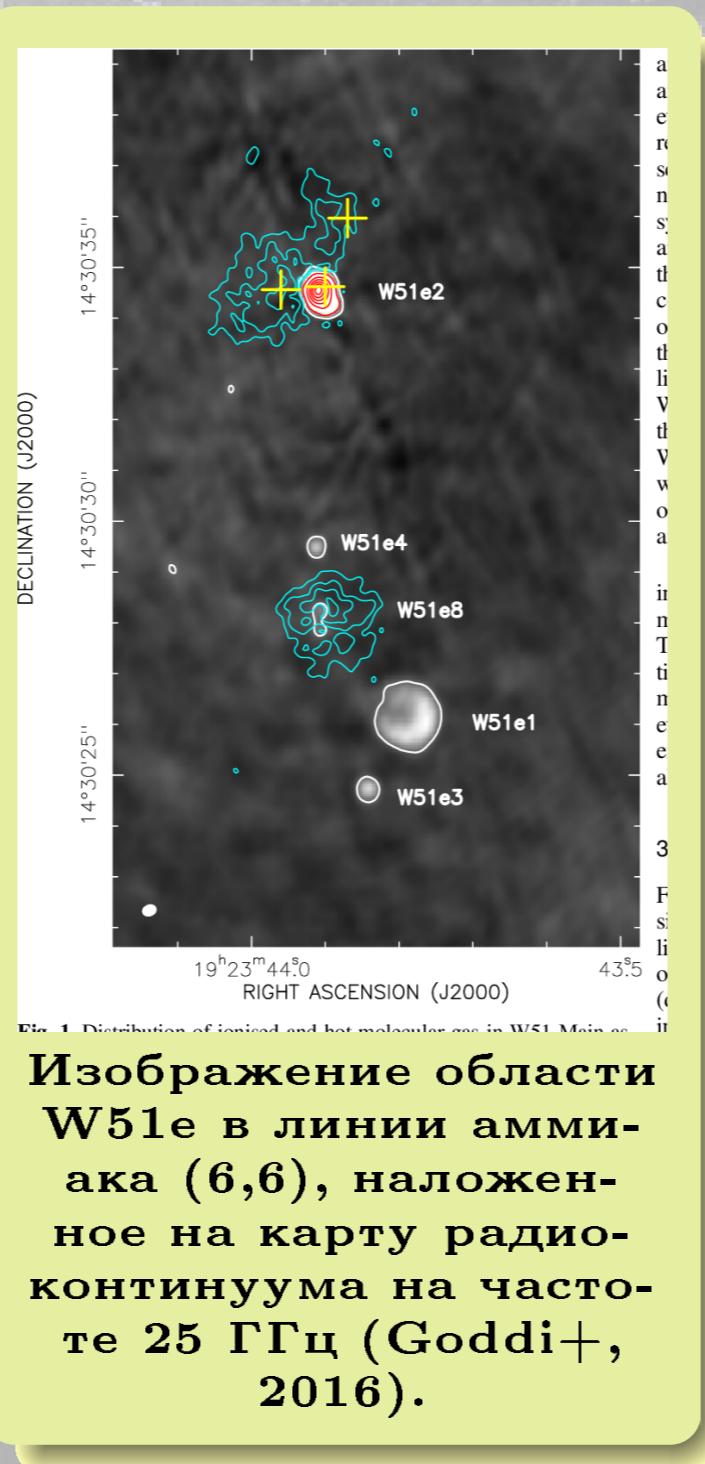
Спектральные обзоры, перекрывающие широкие полосы частот, являются эффективным инструментом для исследования молекулярных облаков. Они позволяют:

- Наиболее полно исследовать молекулярный состав изучаемой области;
- Определять физические параметры источников;
- Искать новые линии (например, новые мазеры) и новые молекулы.

Поэтому в АКЦ ФИАН регулярно проводятся спектральные обзоры молекулярных облаков нашей Галактики.

W51 Main (W51e1/e2, W51e).

- Скопление UC и NC областей НII, обозначенных e1–e8;
- Суммарная балометрическая светимость кластера составляет порядка $10^7 L_{\odot}$;
- Содержит центры активности мазерного излучения OH, H₂O, CH₃OH, NH₃ и CS;
- Наиболее заметные горячие ядра связаны с UC/NC НII областями e2 и e8. Здесь обнаружено большое количество сложных молекул, характерных для горячих ядер — CH₃OCHO, CH₃COOH, C₂H₅OH и др.



РЕЗУЛЬТАТЫ

- Всего обнаружено 85 молекул с числом атомов 2–11.
- Найден ряд молекул, типичных для горячих ядер: CH₃CN, CH₃OCHO, CH₃CH₂OH и др. К сожалению, разделить вклады областей e2 и e8 оказалось невозможно.
- Наиболее сложные молекулы (HCOCH₂OH, C₂H₅CN, (CH₂OH)₂, C₂H₅CHO, CH₃COCH₃, C₂H₅OCHO) обнаружены с помощью составных спектров, что доказывает эффективность данного метода при анализе широкополосных спектров.

НЕ ПОДТВЕРЖДЕНО ОБНАРУЖЕНИЕ НИ ОДНОЙ ИЗ ЧЕТЫРЁХ ПРЕДПОЛАГАВШИХСЯ МОЛЕКУЛ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

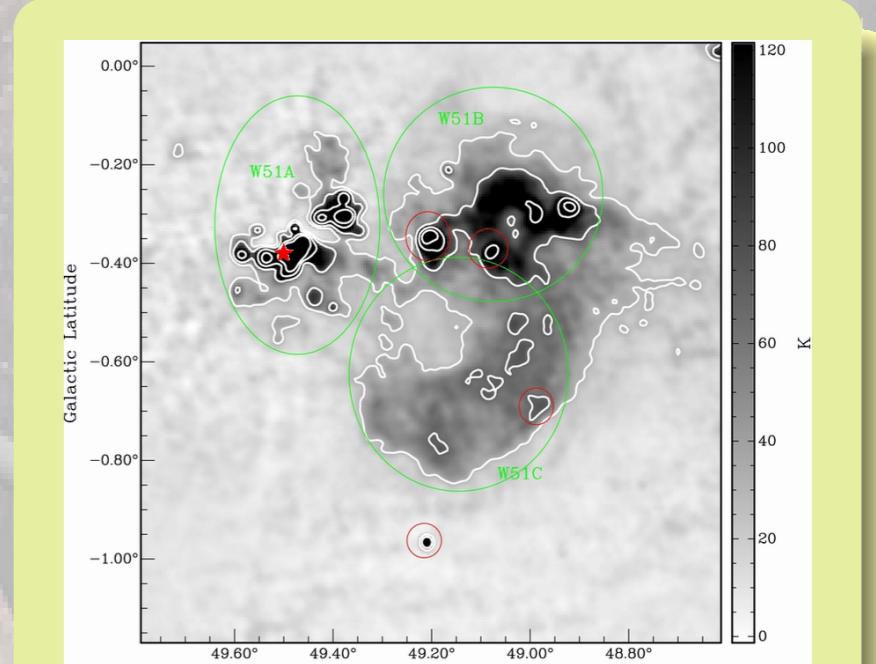
С помощью составных спектров до сих пор не удалось обнаружить ни одной новой молекулы в горячих ядрах, в то время как в TMC-1 в результате одного незавершенного обзора уже найдено около 10 молекул. В чем тут дело?

Причина	Что делать
Потеря чувствительности из-за диллюции	Наблюдать на больших антенных/интерферометрах
Сложное строение областей	Сотрудничать с астрохимиками
Поиск вслепую	Наблюдать на более низких частотах
Существенные отличия от ЛТР	
Большая оптическая толщина слабых линий, занимающих существенную часть частотного диапазона; поглощение пыли	

КОМПЛЕКС W51.

Комплекс радиоисточников W51 расположен в ГМО в рукаве Стрельца на расстоянии 5.41 кпк (Sato+, 2010), и состоит из 4-х компонентов – A,B,C,D (Kundu & Velusamy, 1967).

- W51A – состоит из 8 компонентов в см-континууме (W51 a-h).
- Наиболее интенсивными являются компоненты e и d (Martin, 1972).
- Содержит области образования звезд большой массы, которые проявляются как мощные ИК- и мазерные источники W51 Main и North.



Карта комплекса W51 в линии НI на частоте 1420 МГц (Tian+, 2013);

Обзор W51e1/e2 в 4-мм диапазоне.

Спектральный обзор W51e1/e2 в 3-мм диапазоне был выполнен более 10 лет назад (Каленский+, 2010). Когда в Онсале вошел в строй новый приемник на волну 4 мм (72–87 ГГц), мы просканировали W51e1/e2 и в этом диапазоне.

Цели – пронаблюдать молекулы, линии которых не попали в полосу предыдущего обзора (DCO^{+} , DCN , DNC и др.) и проверить обнаружение 4-х молекул – $CH_2OHCOOH$ (гликолевая кислота), H_2SO_4 (серная кислота), $gG'a-CH_3CHONCH_2OH$ (пропанедиол) и $l-C_7H_2$ (гептагексанилидин). Эти молекулы были предположительно найдены в результате предыдущего обзора.

Молекулы, обнаруженные в 4-мм диапазоне.

Двухатомные	NS, Si ¹⁸ O, SiO, ²⁹ SiO, ³⁰ SiO, ³⁰ Si ³⁶ S?, ³⁴ SO, SO
Трехатомные	CCH, ¹³ CCH, ¹³ CH, CCS, DCO^{+} , DCN, DNC, $H^{13}CN$, $HC^{15}N$, $H^{13}C^{15}N$, HCO, $H^{13}CO^{+}$, $HC^{17}O^{+}$, $HC^{18}O^{+}$, $HN^{13}C$, HCS ⁺ , HDO, N ₂ O, OCS, O ¹³ CS, OC ³⁴ S, SO ₂ , ³⁴ SO ₂
Четырехатомные	C ₃ N, C ₃ S, c- ¹³ C ₃ H, HCCN, HNCO, HOCO ⁺ , l-C ₃ H, H ₂ CO, H ₂ CS, H ₂ C ³⁴ S?, HOCO ⁺ , NH ₂ D
Пятиатомные	c-C ₃ H ₂ , c-CC ¹³ CH ₂ , C ₄ H, CH ₂ CO, H ¹³ CCCN, HC ¹³ CCN, HCC ¹³ CN, HCCC ¹⁵ N, HCOOH, H ₂ CCN?, HC ₃ N, l-C ₃ H ₂ ?
Шестиатомные	¹³ CH ₃ OH, ^c ₅ H?, CH ₃ CN, CH ₃ ¹⁸ OH, CH ₃ OH, CH ₃ SH, NH ₂ CHO
Семиатомные	C ₆ H, C ₂ H ₃ CN, CH ₃ CHO, c-C ₂ H ₄ O, CH ₃ CCH, CH ₃ NH ₂ , HC ₅ N
Восьмиатомные	CH ₃ C ₃ N, CH ₃ O ¹³ CHO, CH ₃ OCHO, CH ₃ COOH, HCOCH ₂ OH?
Девятиатомные	C ₂ H ₅ OH, CH ₃ OCH ₃ , CH ₃ CH ₂ CN, HC ₇ N?
Десятиатомные	(CH ₂ OH) ₂ , CH ₃ COCH ₃
Однадцатиатомные	C ₂ H ₅ OCHO

Синим цветом обозначены названия молекул, обнаруженных с помощью составных спектров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- В результате спектрального обзора области звездообразования W51e1/e2 зарегистрировано излучение 88 молекул.
- Составные спектры позволяют обнаруживать молекулы, индивидуальные линии которых не видны под шумами, однако:
- С помощью составных спектров до сих пор не обнаружено ни одной новой молекулы в диапазоне длин волн 3–4 мм. Возможно, это вызвано тем, что многие слабые линии в горячих ядрах не являются оптически тонкими.
- Представляют интерес высокочувствительные спектральные обзоры горячих ядер на более низких частотах (10–30 ГГц).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №075-15-2021-597