



Исследование массивного протозвездного объекта G12.89+0.49 (IRAS 18089-1732) в линиях метанола на 0.8 мм

С. В. Салий, А. М. Соболев, Д. А. Ладейщиков, Х. Юй

Астрономическая обсерватория ИЕНиМ УрФУ, Екатеринбург

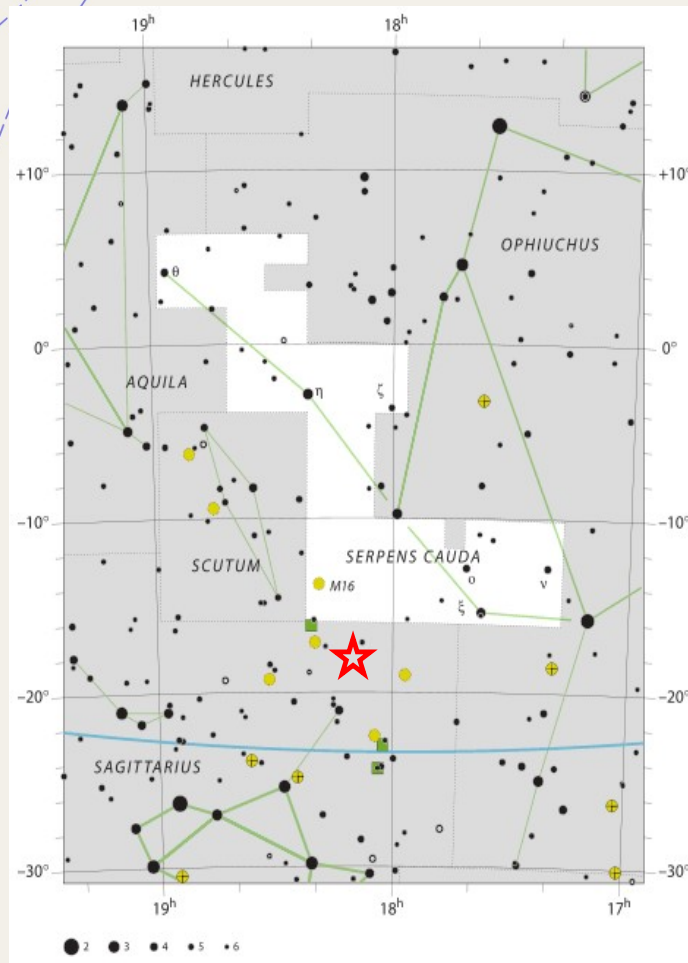
Ш.-Ю. Лю

Институт астрономии и астрофизики Академии наук Китая, Тайвань

G12.89+0.49 (IRAS18089-1732)

18:11:51.40 -17:31:28.5

2.34 кпк (Xu et al. 2011)



https://www.galactic.name/constellations/serpens_constellation.php

массивный протозвездный объект (НМРО)

Sridharan et al. 2002 Beuther et al 2002

молекулы – трассеры горячих ядер:

HCOOCH_3 , CH_3CN , CH_3OCH_3 , HNCO , NH_2CHO ,
 CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (с энергиями до 747 K)

Beuther et al 2005

коллимированное истечение в линии $\text{SiO}(5-4)$

Beuther et al 2004

вращающийся диск в линии HCOOCH_3

Beuther et al 2004

мазерное излучение на молекулах H_2O и CH_3OH

Walsh et al. 1998, Sridharan et al. 2002

переменность мазерного излучения на 6.7 ГГц

Goedhard et al. 2009

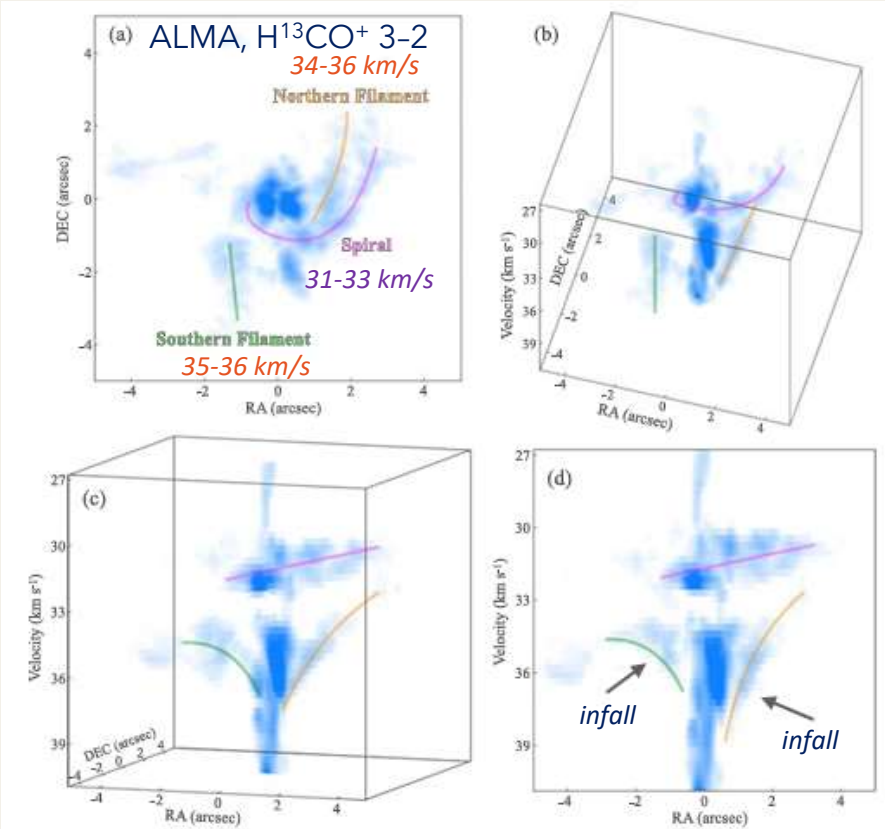
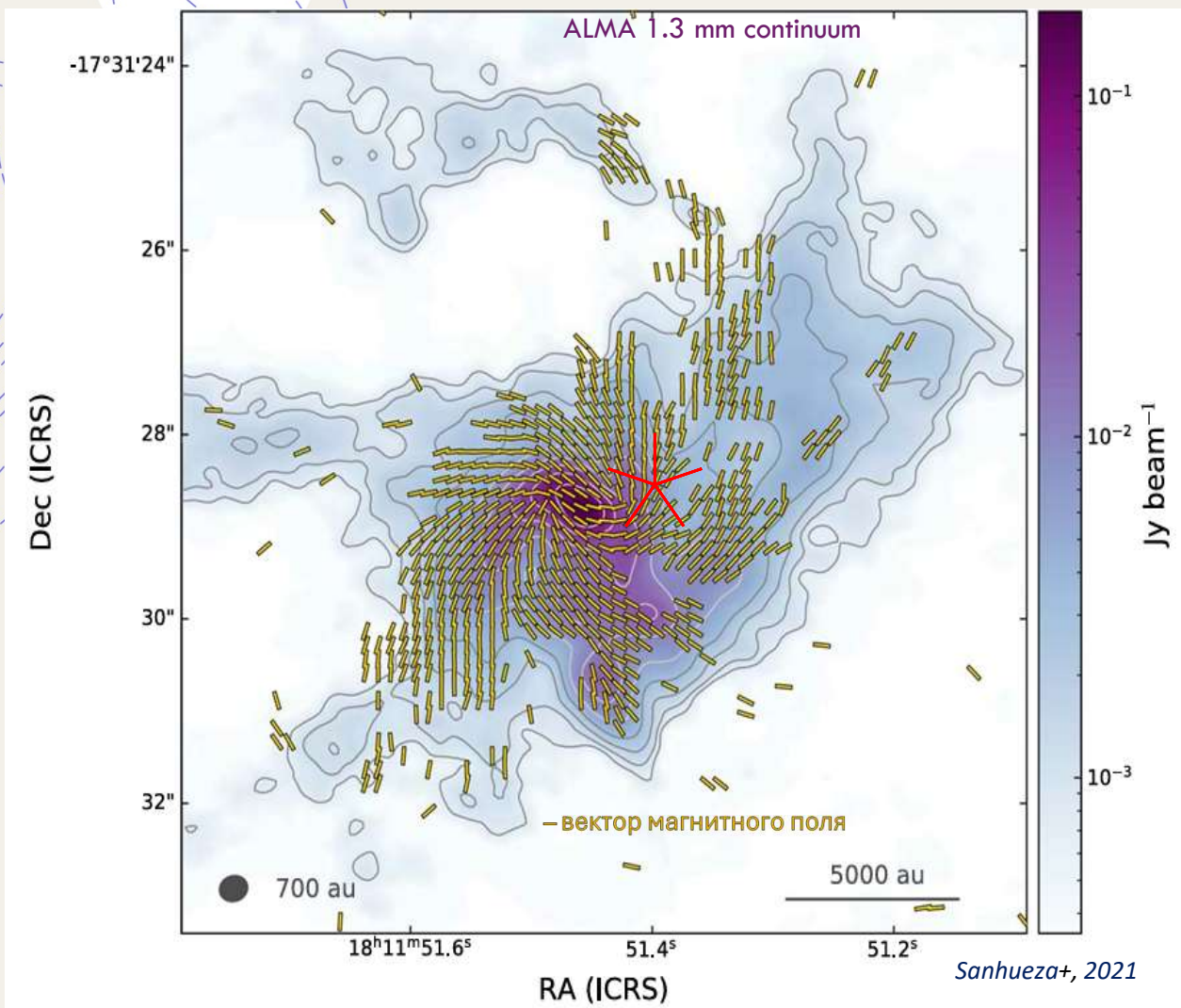
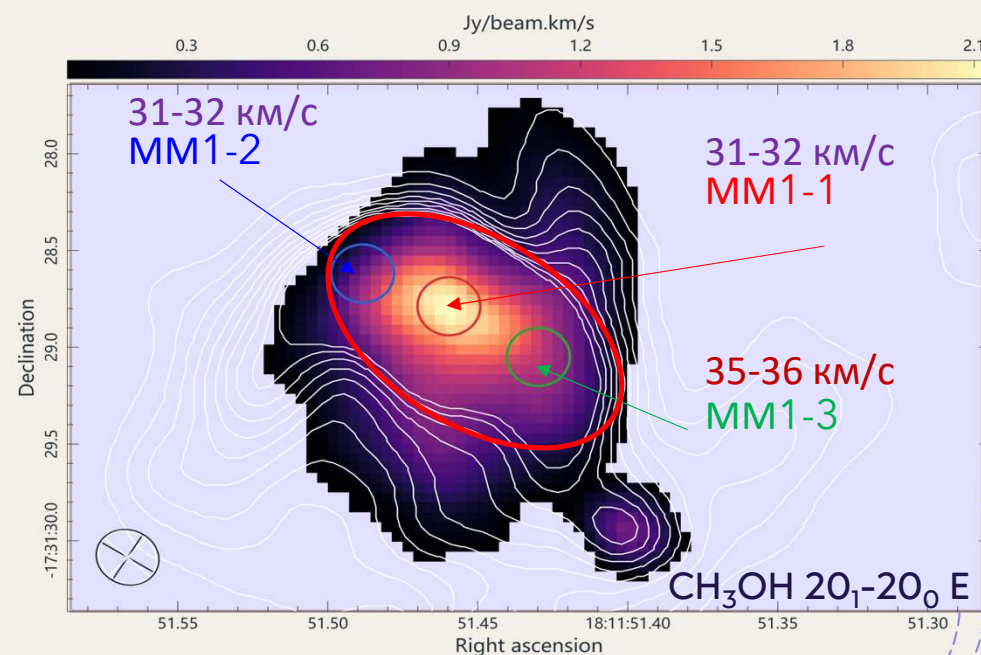
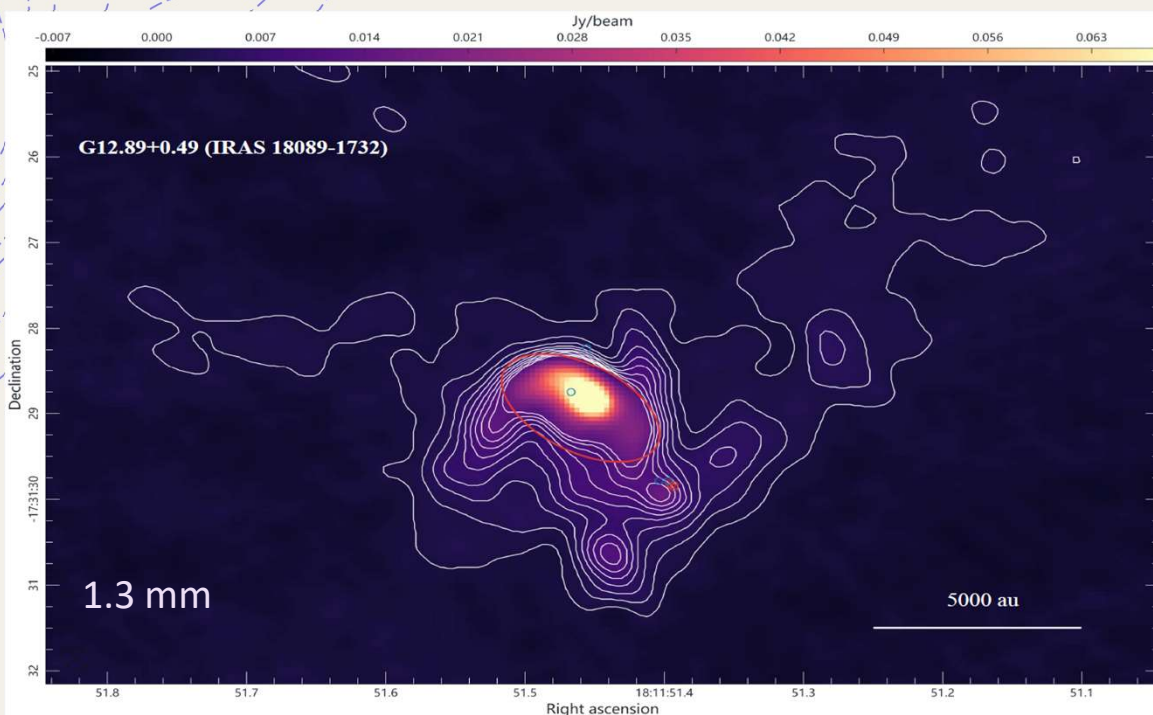


Figure 3. Selected views of the position–position–velocity (PPV) distribution of the H^{13}CO^+ emission. (a) View in position–position (PP) space, comparable to combining Figures 2(b) and (c) into a single image. The main structures in IRAS 18089–1732 are delineated and labeled. (b) and (c) PPV distribution from different angles, with the position of the main features marked. (d) View of the position–velocity (PV) space with the main structures marked. Arrows point to the places where the gas is accelerating and infalling toward the central source.

G12.89+0.49 Наблюдения на ALMA на 1.3 мм

(Project ID: 2021.1.00311.S, PI: Liu Sheng-yuan)

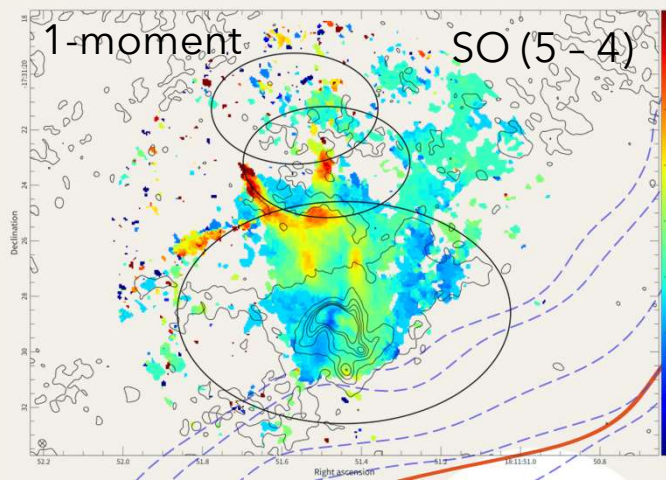
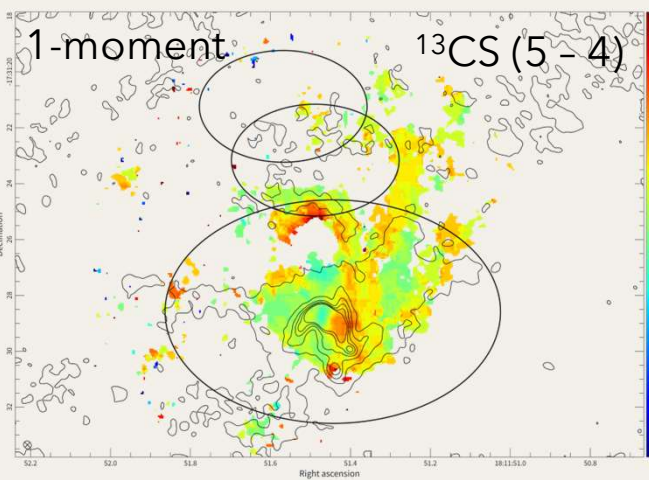
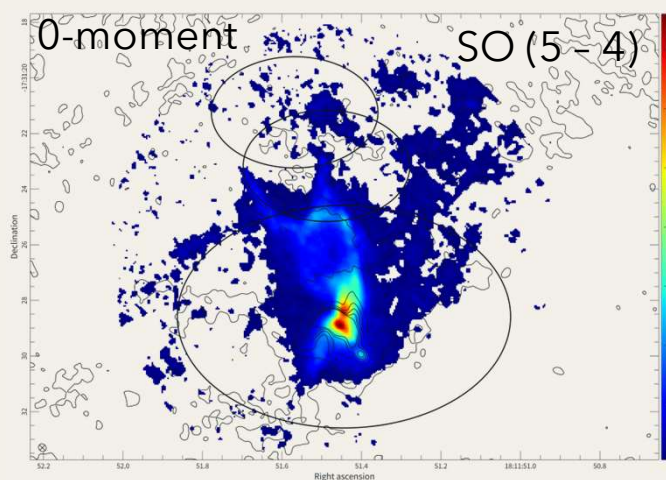
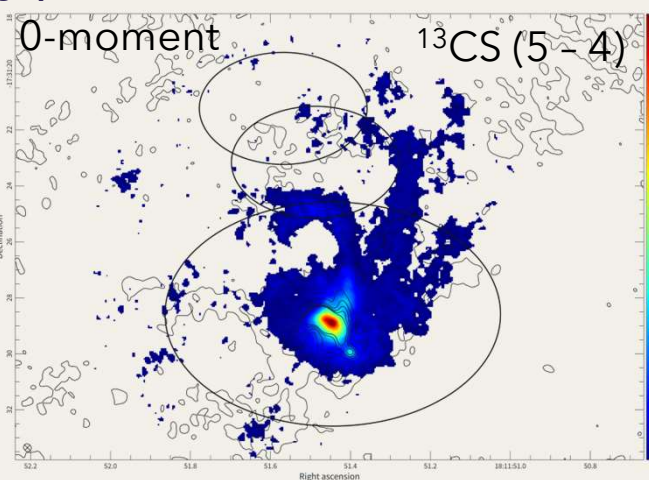
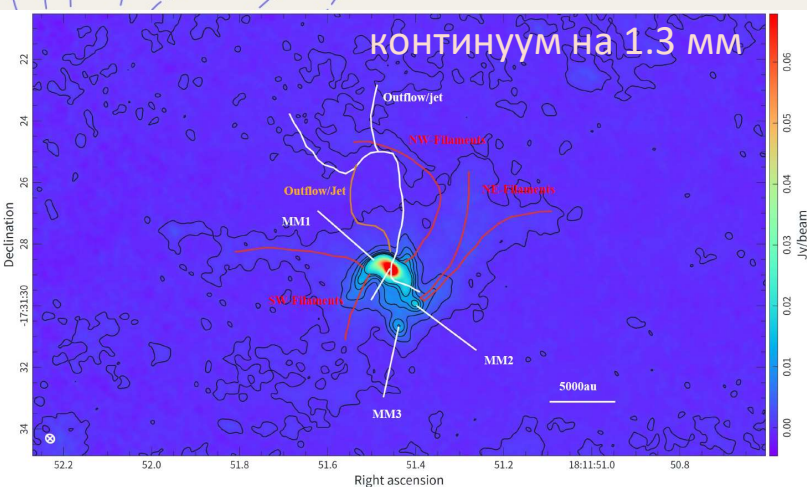


По излучению CH_3OH

- кинетическая температура газа $> 140 \text{ K}$,
- концентрация газа $> 10^5 \text{ cm}^{-3}$,
- лучевая концентрация метанола $> 10^{18} \text{ cm}^{-2}$
- обилие метанола $> 10^{-6}$

G12.89+0.49 Наблюдения на ALMA на 1.3 мм

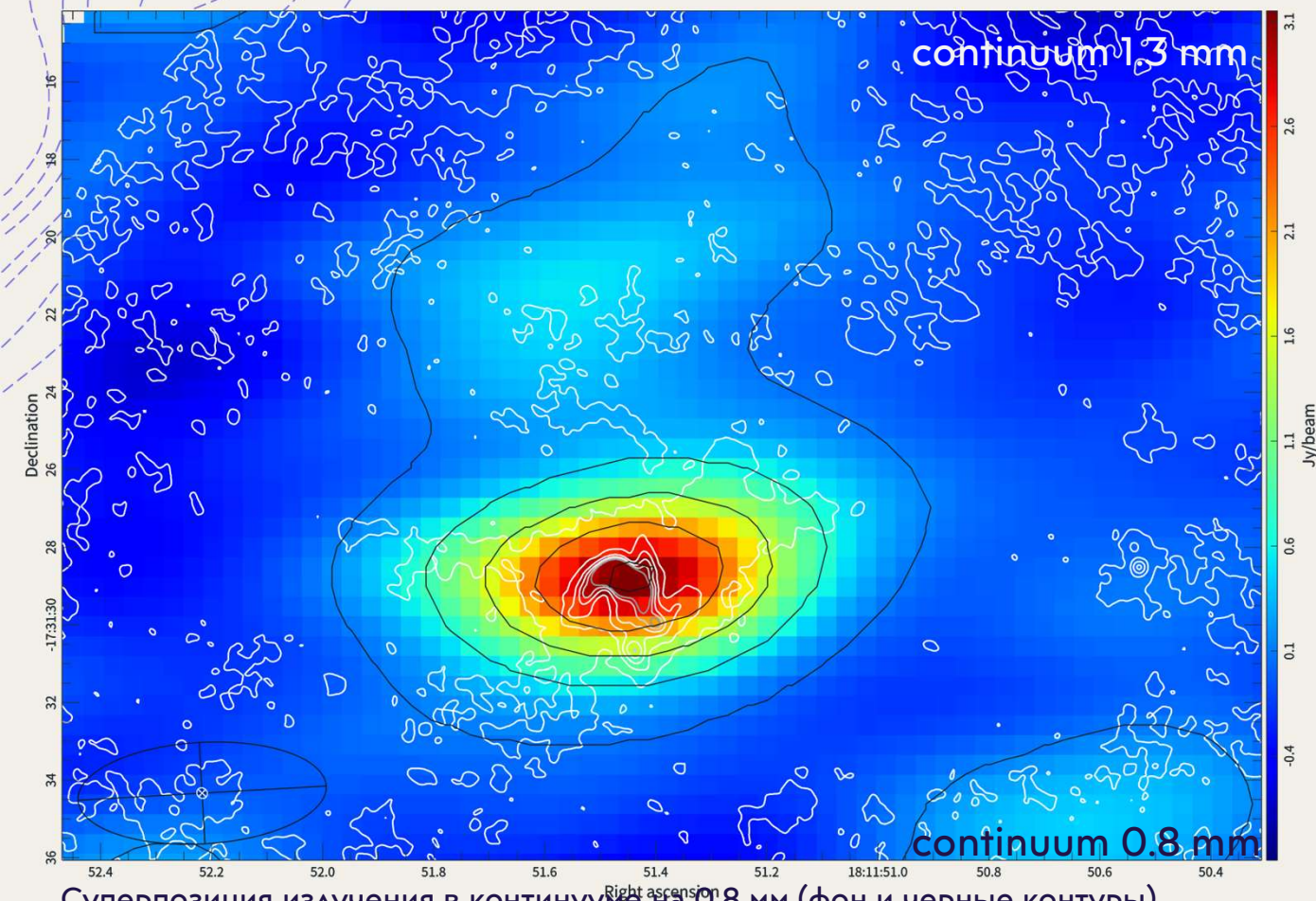
(Project ID: 2021.1.00311.S, PI: Liu Sheng-yuan)



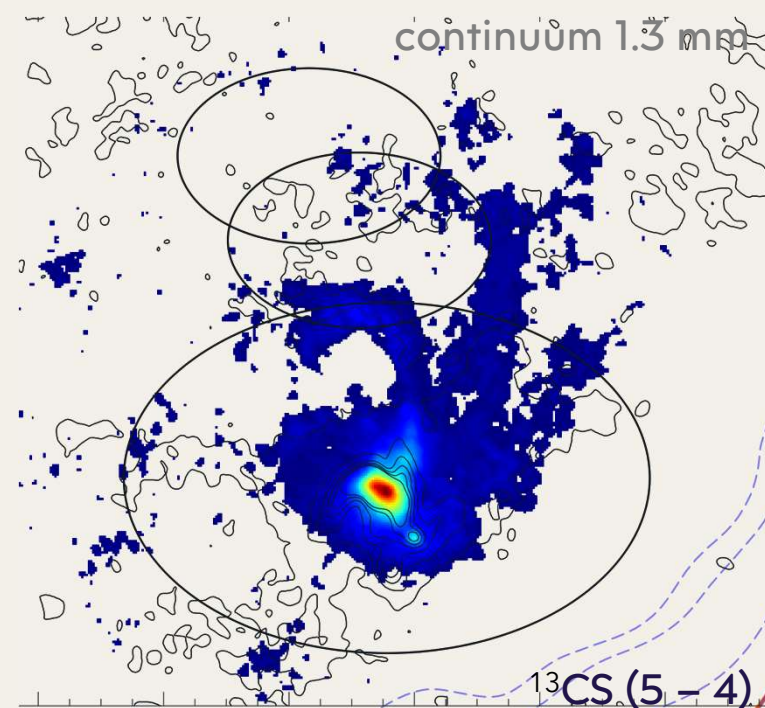
G12.89+0.49 Наблюдений на ALMA на 0.8 мм

(Project ID: 2021.1.00311.S, PI: Liu Sheng-yuan)

В континууме



Суперпозиция излучения в континууме на 0.8 мм (фон и черные контуры)
и в континууме на 1.3 мм (белые контуры)

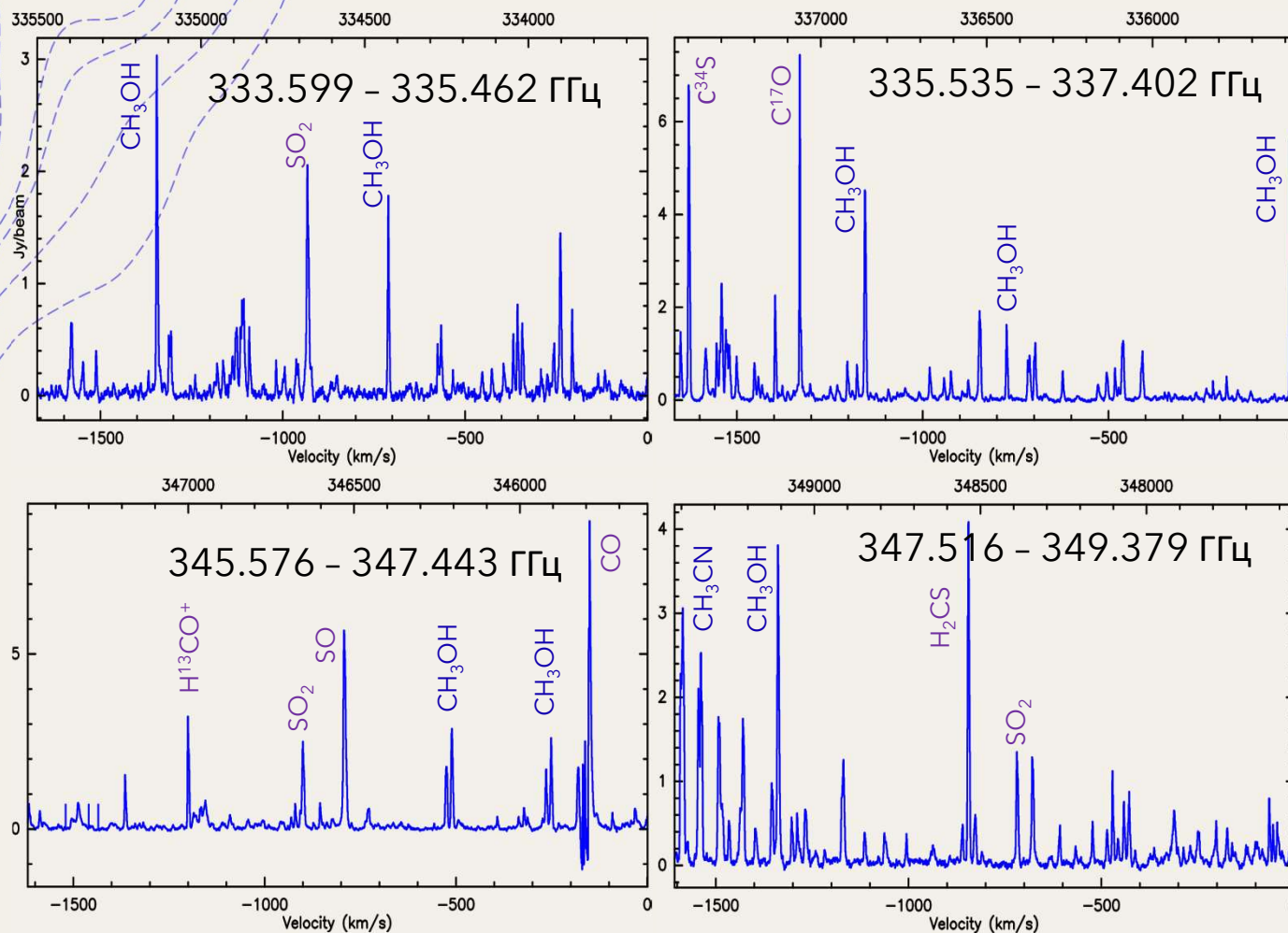


G12.89+0.49 Наблюдения на ALMA на 0.8 мм



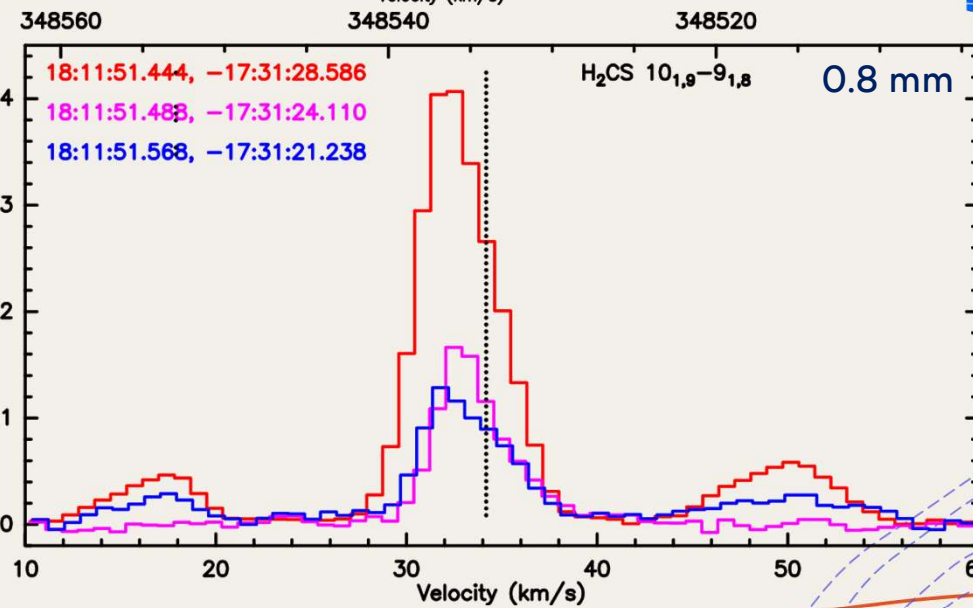
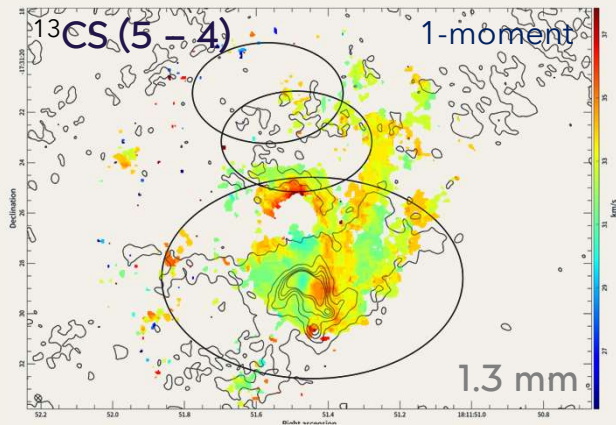
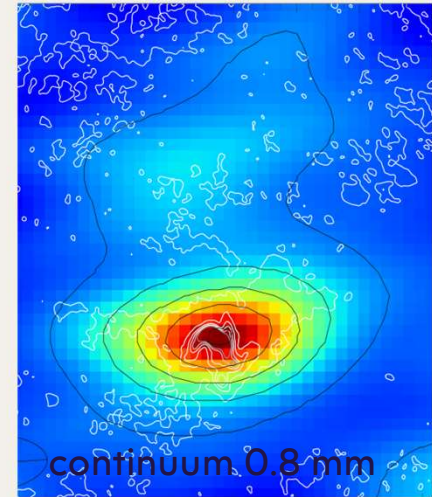
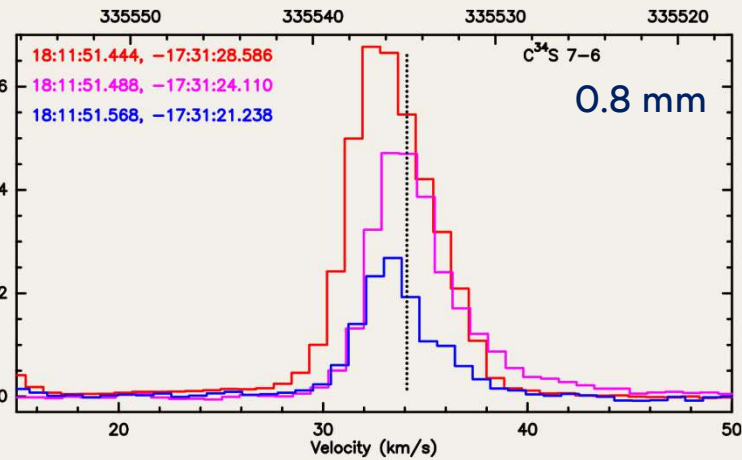
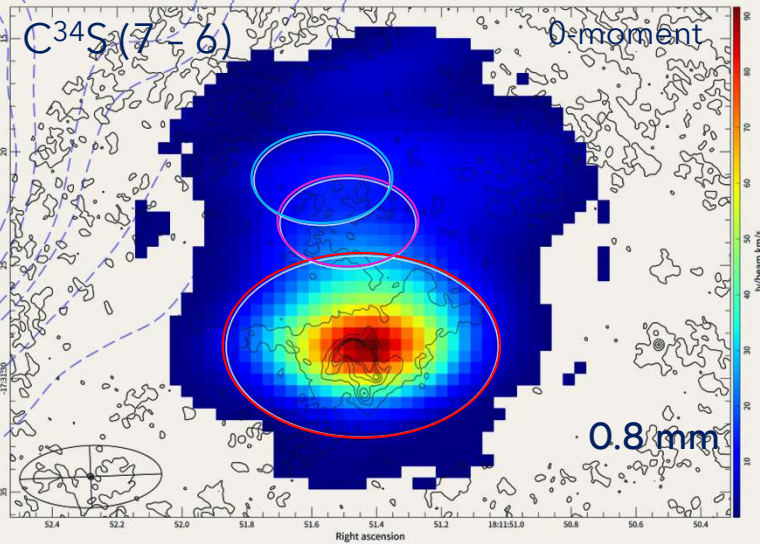
В ЛИНИЯХ

Полоса 7



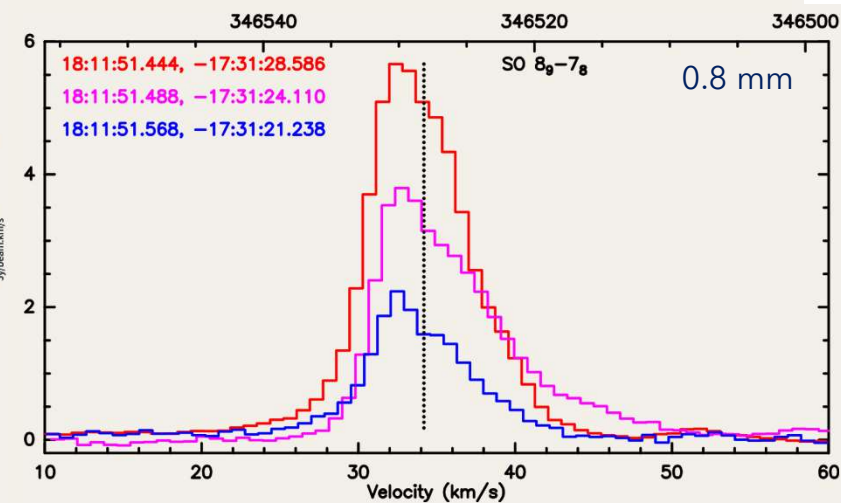
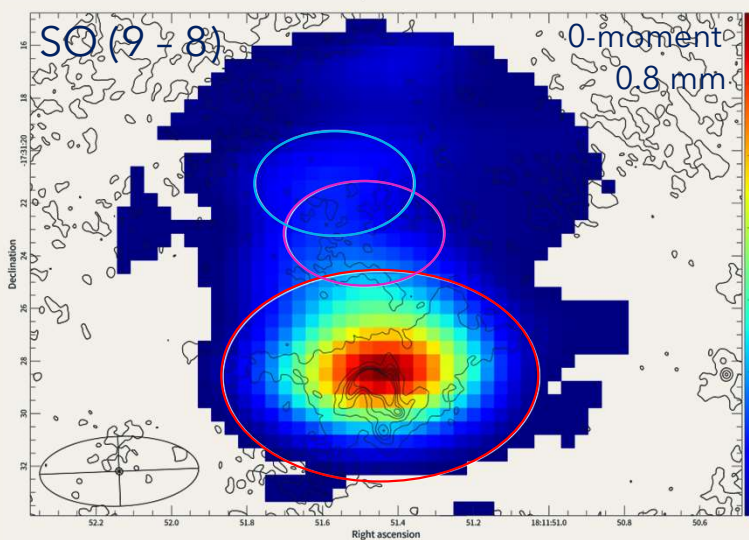
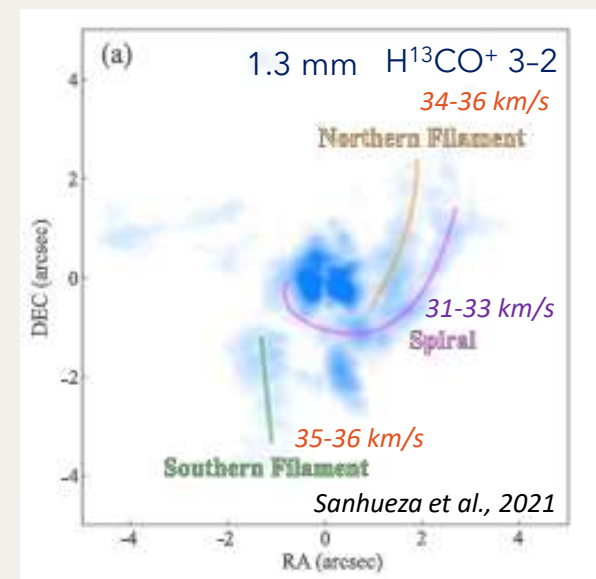
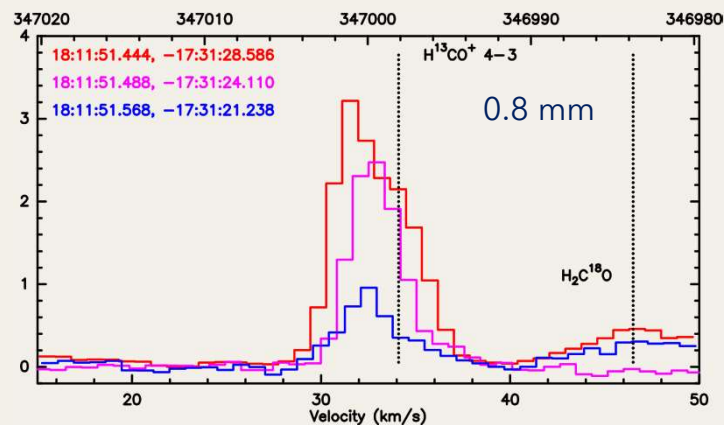
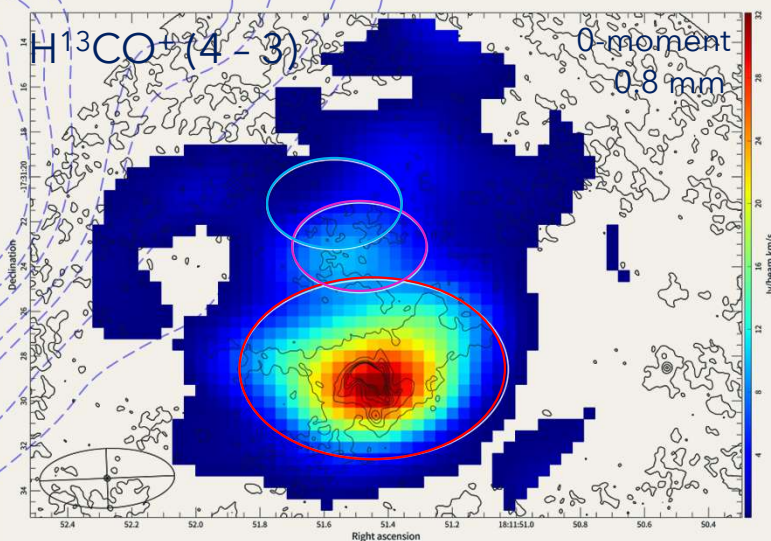
угловое разрешение $2'' \times 3''$,
разрешение по скорости 0.9 км/с,
уровень шума
 ~ 0.04 Ян/диаграмму.

G12.89+0.49 Результаты наблюдений на ALMA на 0.8 мм



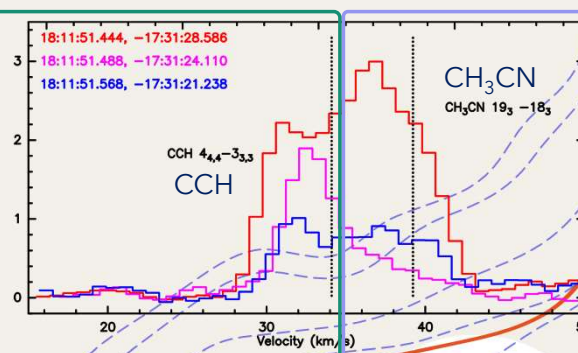
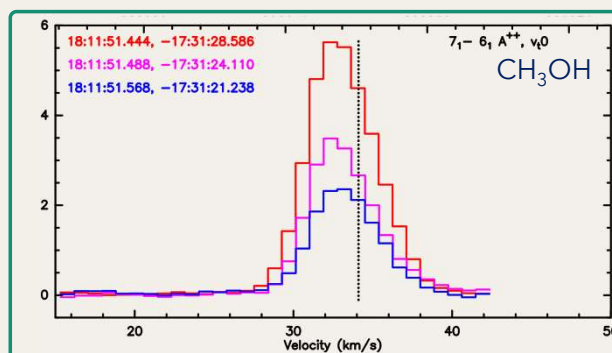
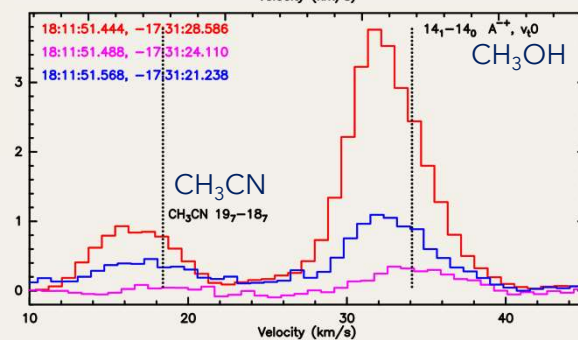
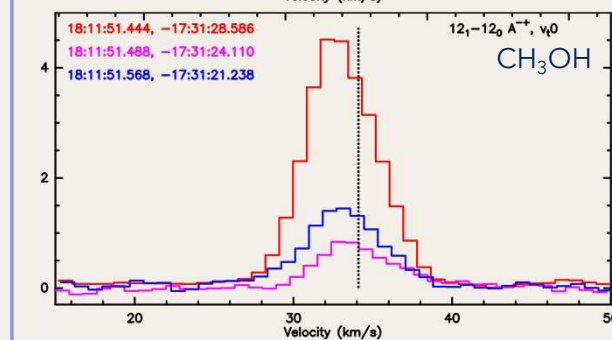
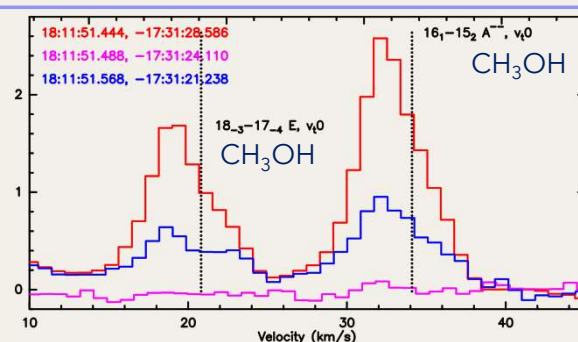
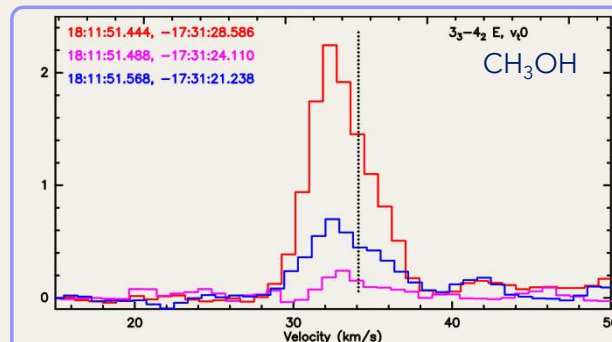
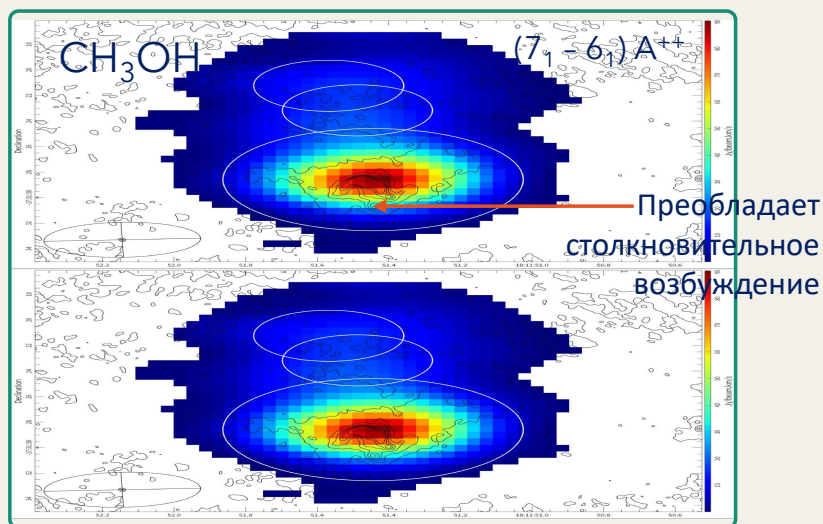
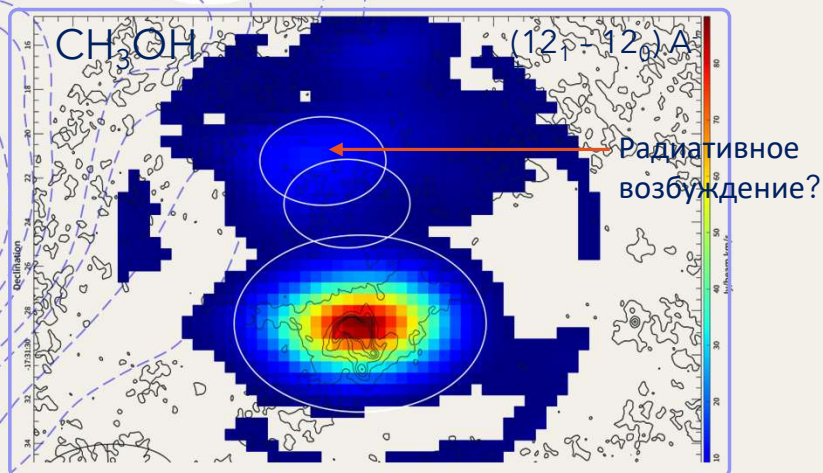
К северу от диска
присутствует
протяженный,
относительно
однородный
объект?

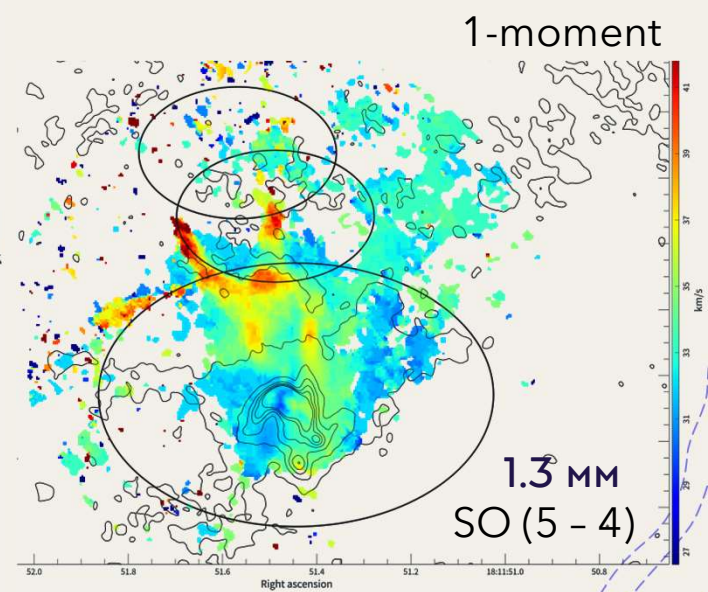
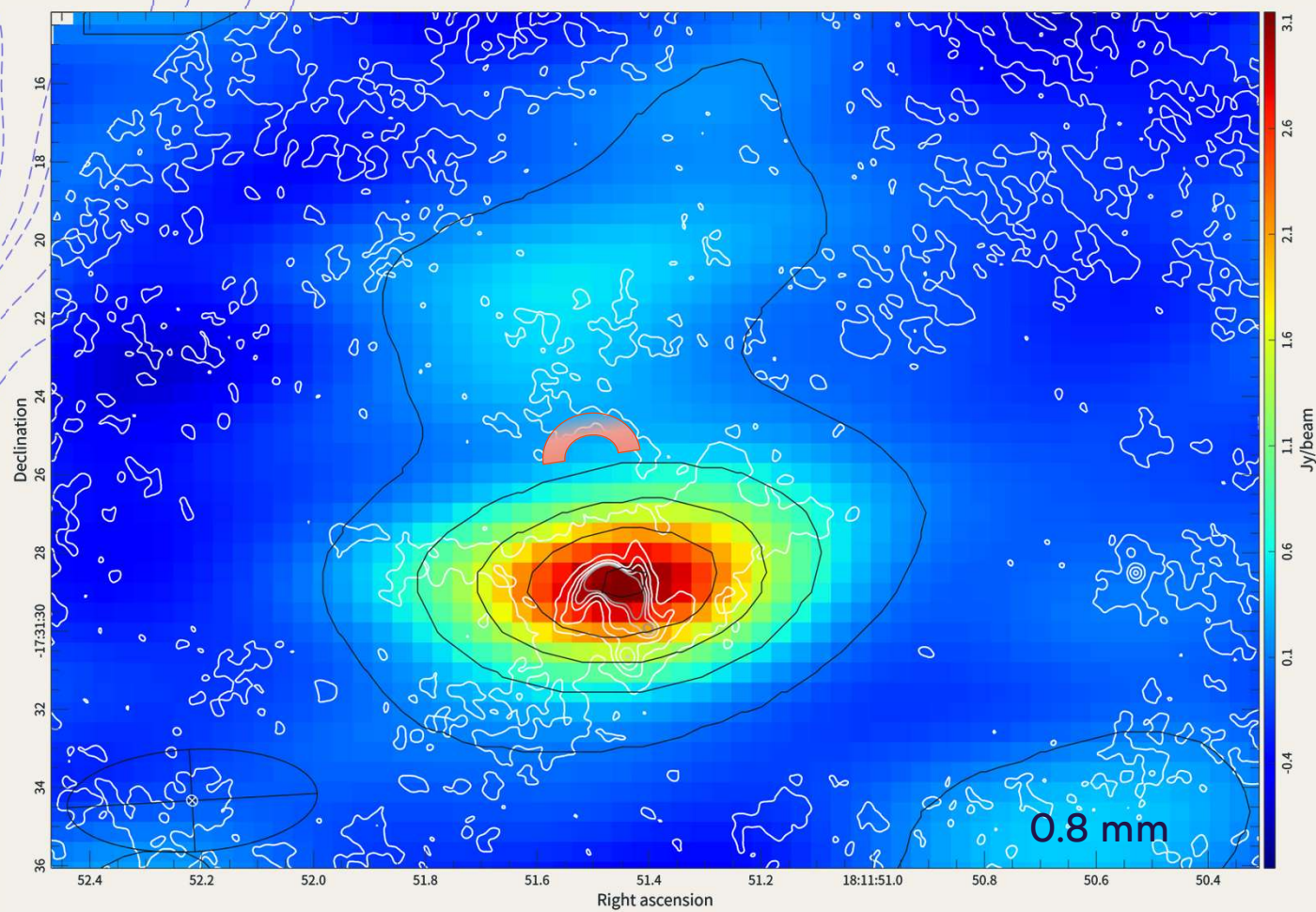
G12.89+0.49 Результаты наблюдений на ALMA на 0.8 мм



Признаки падения
вещества на
аккреционный диск?

G12.89+0.49 Результаты наблюдений на ALMA на 0.8 мм

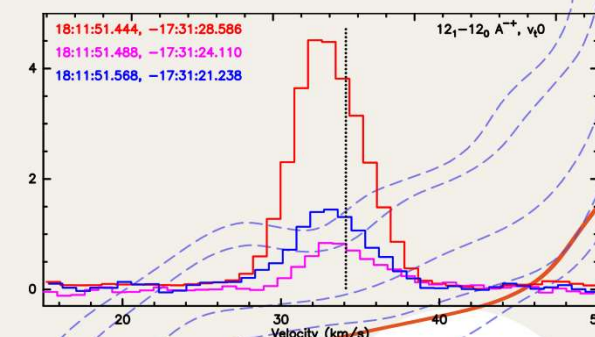
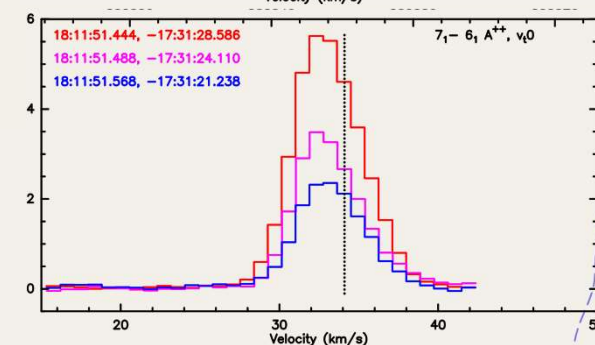
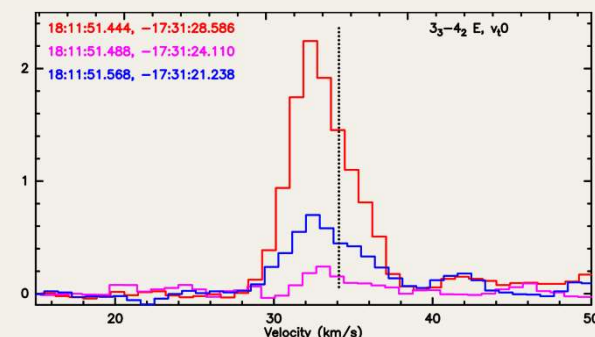




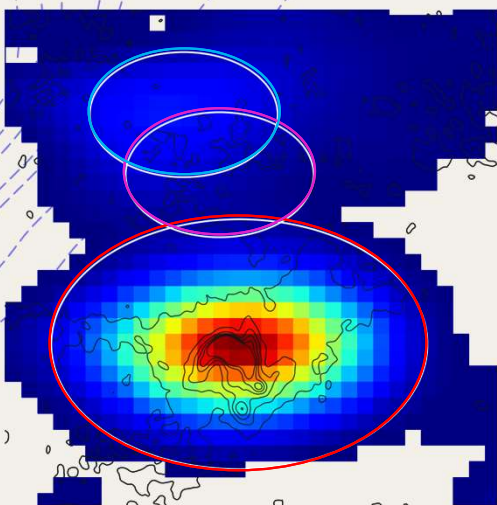
Отождествленные линии метанола

№	Частота	переход	v_t	$\lg(Ae)$	Eu K
1	333 864,72	$9_1-8_{-2}E$	0	-6,09	125,52
2	334 426,57	3_0-2_1E	1	-4,26	314,47
3	334 970,61	11_0-10_2E	0	-7,45	166,05
4	335 133,57	$2_2-3_1A^-$	0	-4,57	44,67
5	335 582,02	$7_1-6_1A^{++}$	0	-3,79	78,97
7	336 438,22	$14_7-15_6A^{++}$	0	-4,44	488,22
8	336 605,89	$7_1-6_1A^{++}$	2	-3,79	747,40
9	336 865,15	$12_1-12_0A^+$	0	-3,39	197,07
10	337 021,92	$7_{-3}-6_{-3}E$	2	-3,87	979,70
11	337 029,57	$7_2-6_2A^{++}$	2	-3,81	941,38
12	337 078,71	7_5-6_5E	2	-4,08	909,36
13	337 098,92	$7_5-6_5A^{++,-}$	2	-4,09	935,16
14	337 113,87	7_1-6_1E	2	-3,78	863,68
15	337 135,85	3_3-4_2E	0	-4,80	61,64
16	337 159,16	7_6-6_6E	2	-4,34	762,88
17	337 175,10	$7_{-4}-6_{-4}E$	2	-3,94	809,27

№	Частота	переход	v_t	$\lg(Ae)$	Eu K
18	337 186,49	7_0-6_0E	2	-3,77	798,97
19	337 198,49	$7_{-5}-6_{-5}E$	2	-4,08	698,07
21	337 273,56	$7_4-6_4A^{++,-}$	2	-3,95	679,25
22	337 279,18	$7_{-2}-6_{-2}E$	2	-3,81	709,69
23	337 284,32	$7_0-6_0A^{++}$	2	-3,77	572,95
24	337 295,91	7_3-6_3E	2	-3,86	686,19
25	337 297,48	$7_1-6_1A^{++}$	2	-3,78	390,02
26	337 302,64	7_2-6_2E	2	-3,81	650,99
27	337 312,36	$7_{-1}-6_{-1}E$	2	-3,78	596,78
28	345 903,92	$16_1-15_2A^-$	0	-3,98	332,65
29	345 919,26	$18_{-3}-17_{-4}E$	0	-4,14	459,43
30	346 202,72	$5_4-6_3A^-$	0	-4,66	115,16
31	346 204,27	$5_4-6_3A^{++}$	0	-4,66	115,16
32	347 370,04	$4_2-4_{-1}E$	0	-8,03	45,46
33	348 031,83	7_3-8_2E	2	-4,95	686,19
34	349 107,00	$14_1-14_0A^+$	0	-3,36	260,20



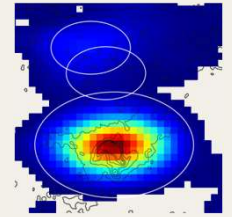
Оценки физических условий по линиям метанола



T_k , K	$\lg(N_{\text{CH}_3\text{OH}}/\Delta V)$	$\lg(n_{\text{H}_2})$	$\lg(N_{\text{CH}_3\text{OH}}/N_{\text{H}_2})$	ff %
10-600	7.5-14.0	3.00-9.00	-9 - -5.5	10-100
110(100-180)	12.5(12.4-12.6)	6.25(5.25-7.25)	-7.5(-8.0 - -6.5)	100(60-100)
50(30-60)	11.5(11.2-11.6)	6.00(5.75-6.50)	-7.0(-7.5 - -6.5)	10(10-20)
140(130-150)	12.9(12.8-13.0)	8.75(8.25-9.00)	-7.0(-7.5 - -6.5)	20(10-30)

В скобках – 95 % доверительный интервал

G12.89+0.49 Заключение



В континууме и в линиях молекул на 1.3 наблюдаются:

- спиралевидная структура;
- волокнистые структуры со скоростями более 33–35 км/с имеющие спиральный рисунок;
- структуры, которые можно интерпретировать как поток вещества (истечение/джет/ падение на диск);
- область, дугообразной формы, возможно, фронт ударной волны.

На 0.8 мм континууме и в линиях молекул к северу от диска выделяется область, отсутствующая в излучении на 1.3 мм.

Наиболее низкая температура (30–80 К) получена в центральной области структура этой области существенно неоднородна (фактор заполнения диаграммы 10–20 %).

Выделяющийся в континууме и в излучении молекул на 0.8 мм объект, возможно, является протяжённым (ок. 3''), горячим (100–180 К) плотным (10^5 – 10^7 см⁻³) сгустком.

Благодарю за внимание!

РАБОТА ПОДДЕРЖАНА ГРАНТОМ РФФ № 23-12-00258