

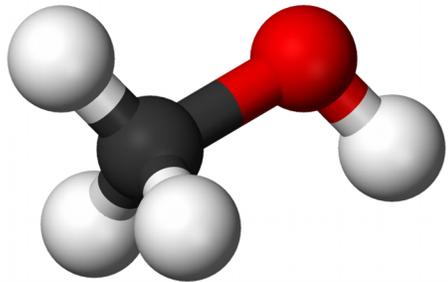
Статистический анализ распределения метанольных мазеров I класса в Галактике

Ладейщиков Д.А. (УрФУ)
Баяндина О.С. (АКЦ ФИАН, Joint
Institute for VLBI ERIC)

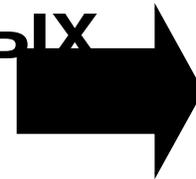
Введение

| Метанольные мазеры | |
|--|--|
| I класс (сIММ) | II класс (сIIММ) |
| Источник накачки: | |
| Ударные волны [Sobolev et al. 2007] | ИК-излучение пыли от молодых звёзд [Sobolev et al. 2005, Cragg et al. 2005] |
| Ассоциируются с: | |
| <ul style="list-style-type: none">• Областями звездообразования• Остатками сверхновых [Pihlstrom et al. 2014a]• Столкновениями молекулярных облаков [Salii et al. 2002], | <ul style="list-style-type: none">• Областями массивного звездообразования |

Проблема



- Данные по мазерному излучению метанола не собраны в одном месте
- Имеющиеся статистические исследования охватывают не все известные мазерные источники
- Вопрос – как искать известные мазеры и исследовать статистику регистраций по всем известным источникам?
- Выход – **создание базы данных мазерных источников**



Цель и задачи

- **Глобальная цель Проекта – создание наиболее полной и актуальной базы данных метанольных мазеров. Это предполагает выполнение следующих задач:**
 1. Сбор оцифрованных данных мазерного излучения по большому количеству имеющейся литературы.
 2. Предоставление эффективного доступа к базе данных в режиме онлайн, в том числе обеспечение анализа данных с помощью интерактивной информационной системы.
 3. Поддержание полноты данных, в том числе возможность добавления новых данных по мере их выхода.
 4. Статистический анализ накопленных данных и использование базы данных для научных исследований.

http://maserdb.net

Search References Cross-match Download Acknowledgement

the Extensive Database of Astrophysical Maser Sources

eDAMS is multi-purpose tool for analyzing the maser spectral data in H₂O, OH and SiO lines, collected from the available literature and private sources.

Search by name (SIMBAD) or coordinates

IRAS 19356+0754

Coordinate type: RA/Dec (J2000)

Start search

Search by coordinate list

Tip: Please upload big tables in RA/Dec degrees format to skip coordinate conversion.

Выберите файл Файл не выбран

Separator in file:

; (Semicolon)

Include input coordinates to the results

Include output (l,b) coordinates to the results

Start search

Global search radius

60 arcsec

Search masers

H₂O

OH

SiO

CH₃OH I class

CH₃OH II class

External data

Maximum external search radius: 180 arcsec

SIMBAD catalog

2MASS (Two-micron all sky survey) J,H,K bands

WISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer) 3.4-22 μ m

UKIDSS (UKIRT Infrared Deep Sky Survey) J,H,K bands

Examples:

IRAS 19312+1950,
5:38:31 +35:51:20
5 38 31, +35 51 20
173.2342 2.2543

Format of coordinate file:

name; RA; Dec
SMC1; 00 29 10; -74 57 38
o Ceti; 02 19 20.7; -02 58 39
BX Mon; 07 25 24; -03 36 00

Global search radius defines the radius of the cone search for all data. Radius for external data is limited to 180 arcsec.

Maser observations define searching of the observations from all available data, including different observed lines and dates.

Maser objects is combination of available observations into groups with fixed coordinates. Usually one group is one observed object (star, SFR or other type).

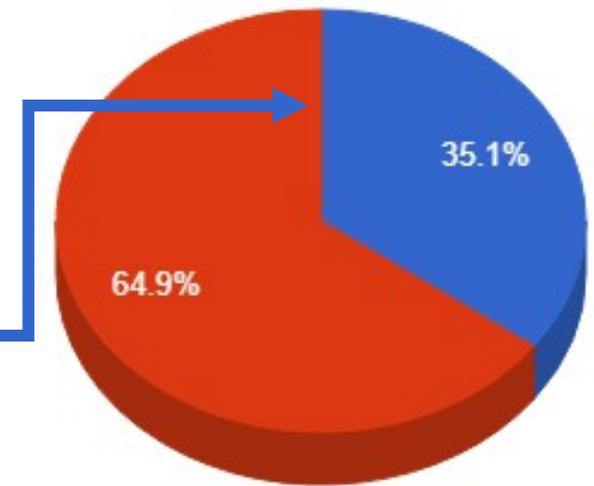
View images display image cutouts of target source with different wavelengths. Default cutout size is equal to global search radius.

Результаты внесения данных

Мазеры метанола I класса

- Все данные по наблюдениям мазеров метанола I класса внесены в базу данных по статьям с 1990 года. Более старые работы включены в базу данных частично.
- В общей сложности в базу данных внесено **~7500** наблюдений из **106** статей в **~650** источниках мазерного излучения метанола I класса (без учёта источников из центральной молекулярной зоны).
- Внесена информация о **~4700** наблюдений мазерных пятен в **264** источниках.

На диаграмме: число известных мазерных источников метанола вне центра Галактики



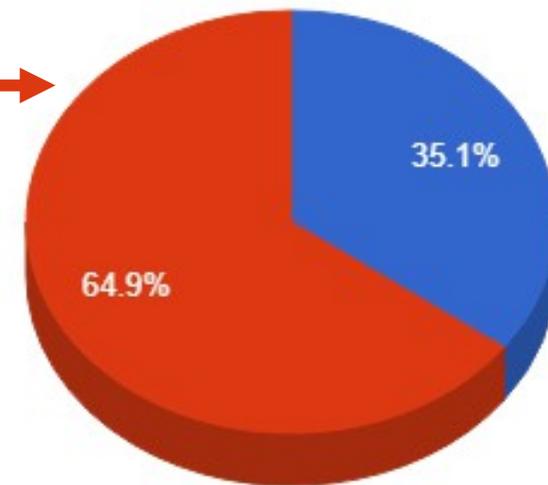
I класс – 650 (35%)
II класс – 1200 (65%)

Результаты внесения данных

Мазеры метанола II класса

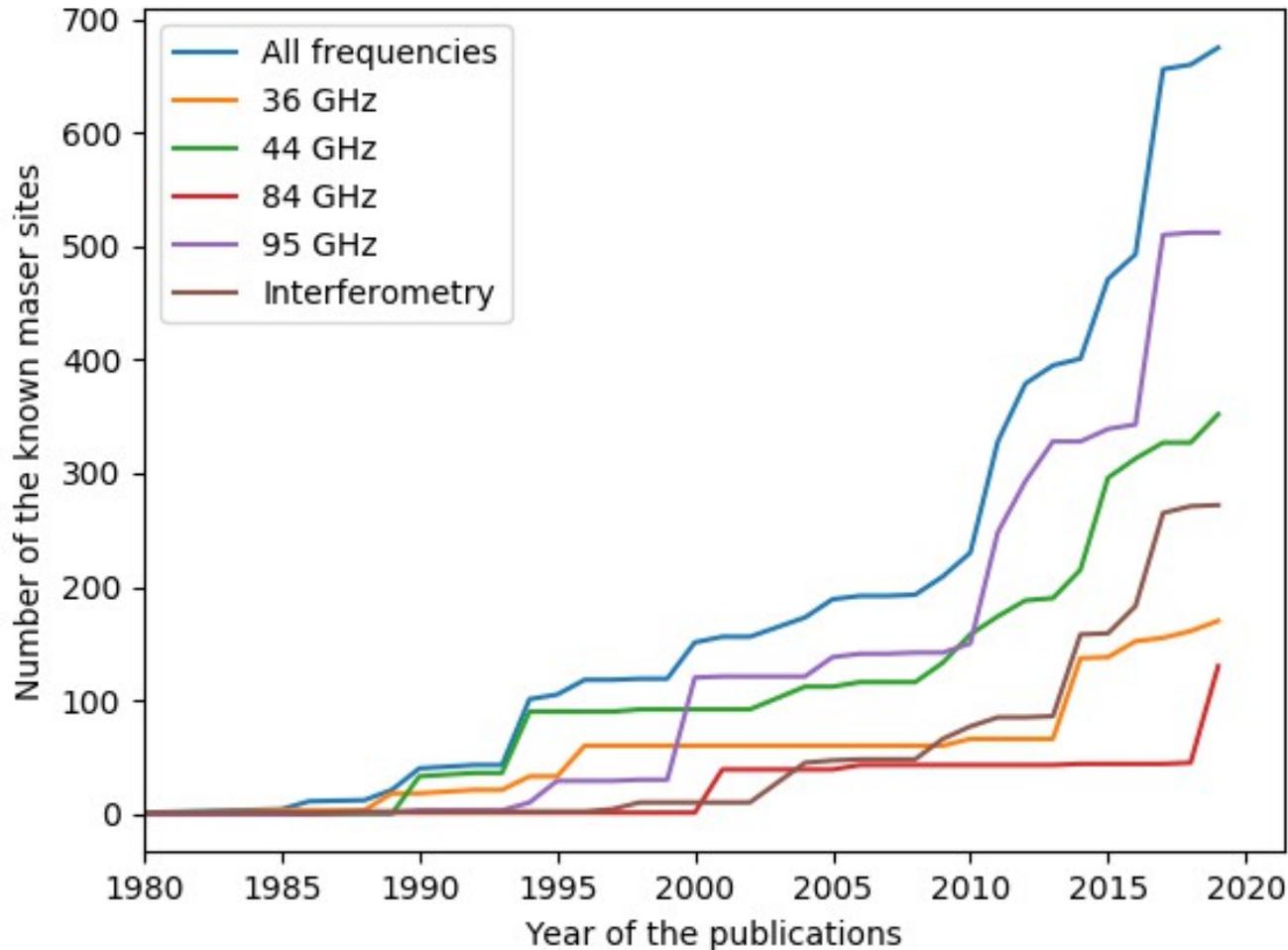
- В базу данных внесены самые крупные обзоры мазеров метанола II класса до настоящего времени.
- В общей сложности в базу данных внесено **~8500** наблюдений из **35** статей в **~1200** источниках мазерного излучения метанола II класса.
- Внесена подробная информация о **~10500** мазерных пятен в **322** источниках

На диаграмме: число известных мазерных источников метанола вне центра Галактики



I класс – 650 (35%)
II класс – 1200 (65%)

Эволюция исследования мазеров метанола I класса

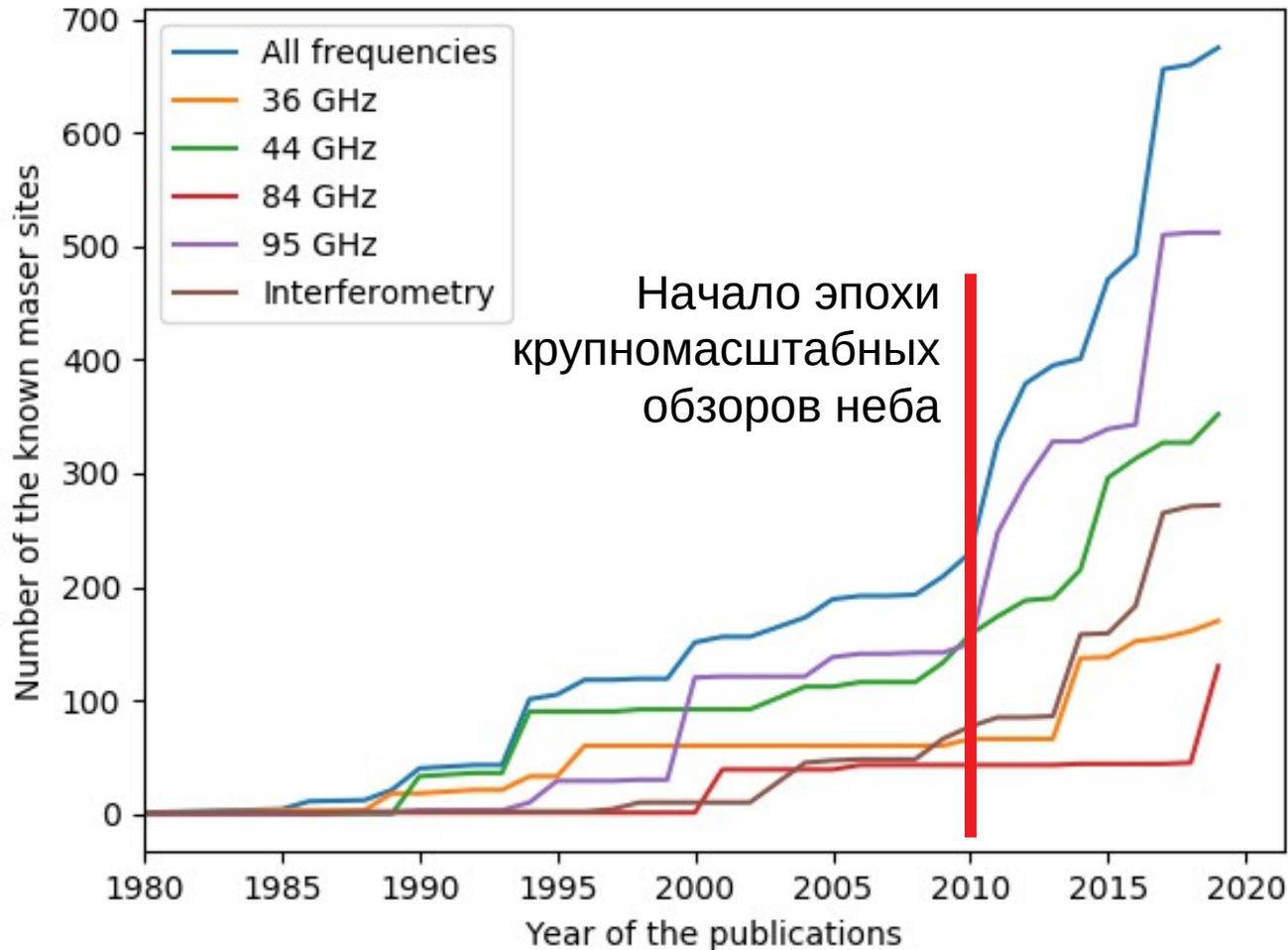


Показано число известных (групп) мазерных источников метанола I класса в зависимости от времени для наиболее часто используемых частот

На текущее время известно:

675 источников I класса
170 источников на 36 ГГц
352 источника на 44 ГГц
130 источников на 84 ГГц
512 источников на 95 ГГц

Эволюция исследования мазеров метанола I класса

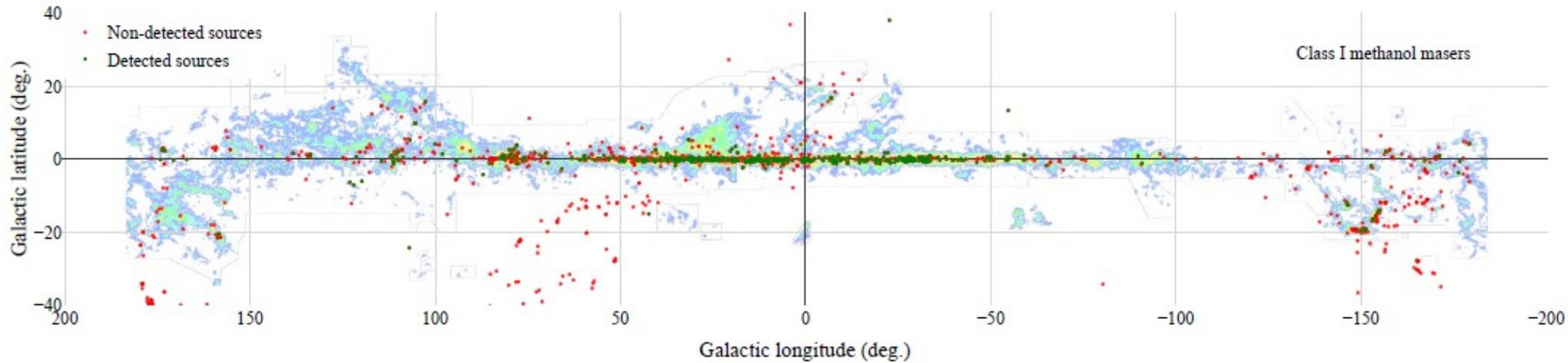


Показано число известных (групп) мазерных источников метанола I класса в зависимости от времени для наиболее часто используемых частот

На текущее время известно:
675 источников I класса
170 источников на 36 ГГц
352 источника на 44 ГГц
130 источников на 84 ГГц
512 источников на 95 ГГц

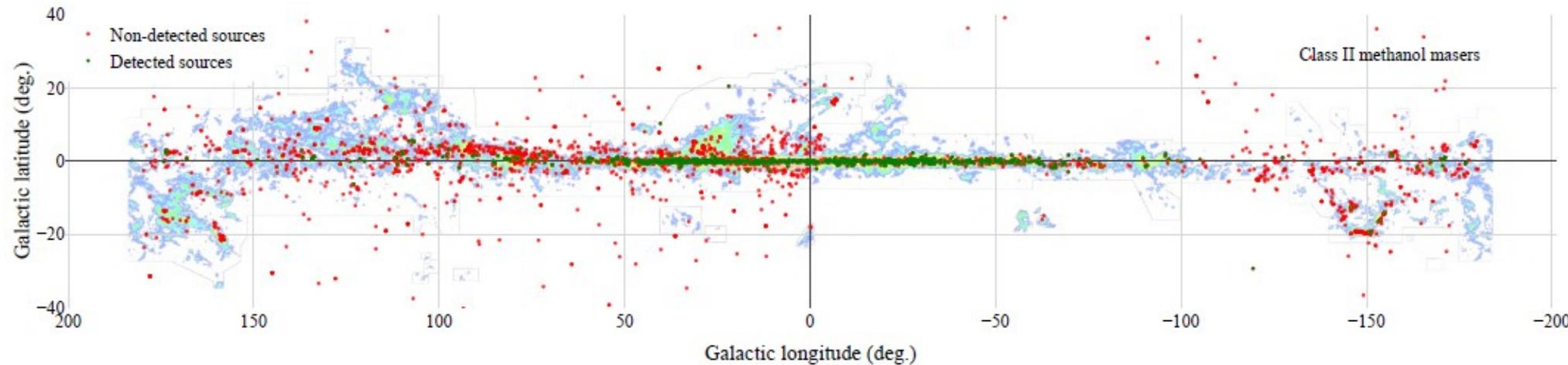
Распределение мазеров метанола в Галактике

Распределение «галактическая долгота – галактическая широта»



Сверху: мазеры метанола I класса

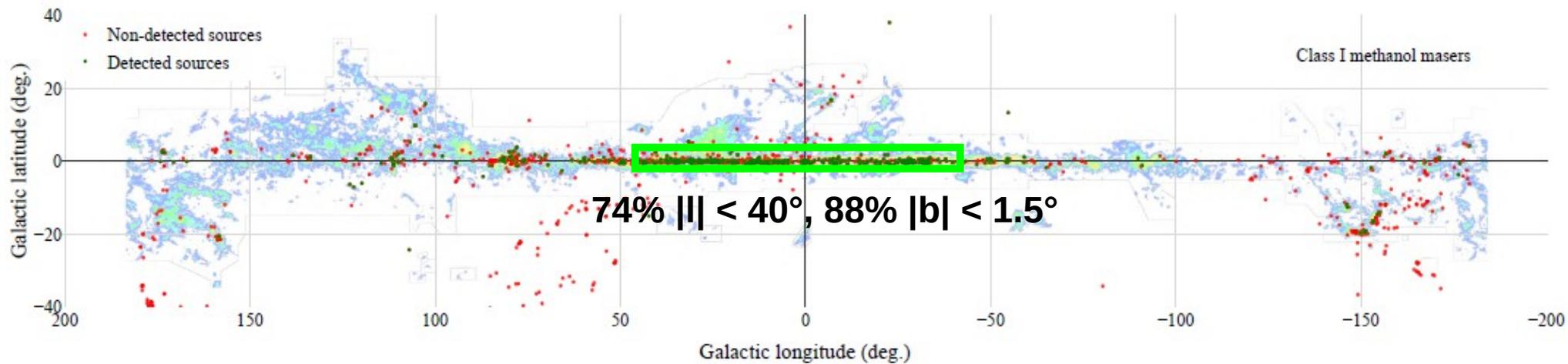
Зелёным отмечены положительные регистрации, **Красным** – отрицательные



Снизу: мазеры метанола II класса

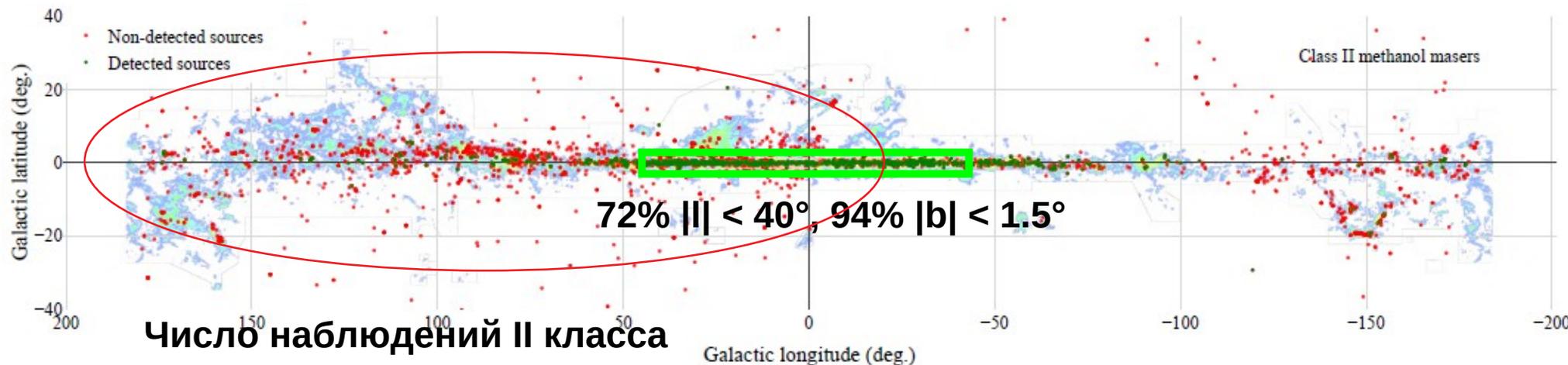
Распределение мазеров метанола в Галактике

Распределение «галактическая долгота – галактическая широта»



Сверху: мазеры метанола I класса

Зелёным отмечены положительные регистрации, Красным – отрицательные

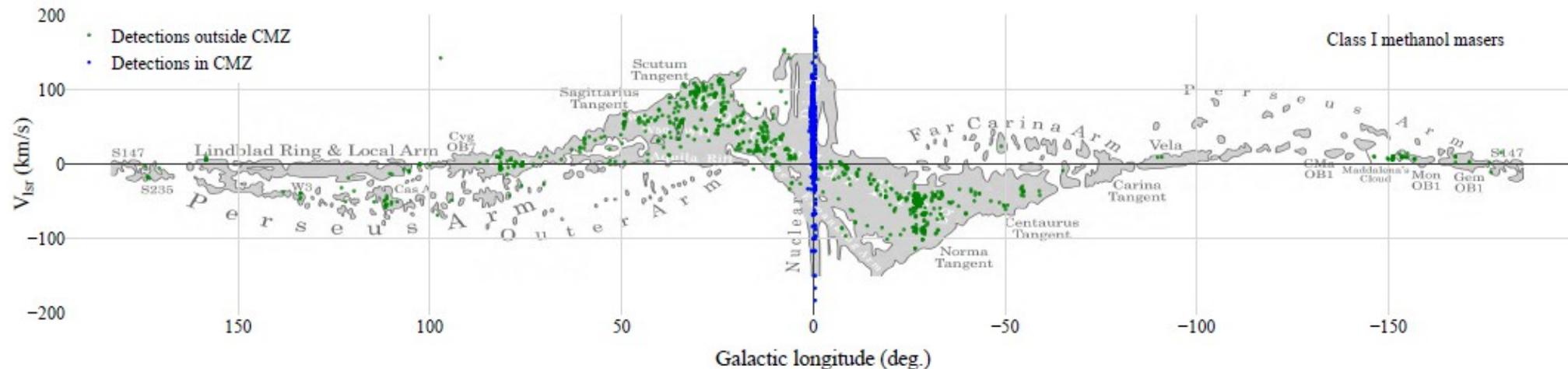


Снизу: мазеры метанола II класса

Число наблюдений II класса больше, чем I класса => меньше селекция

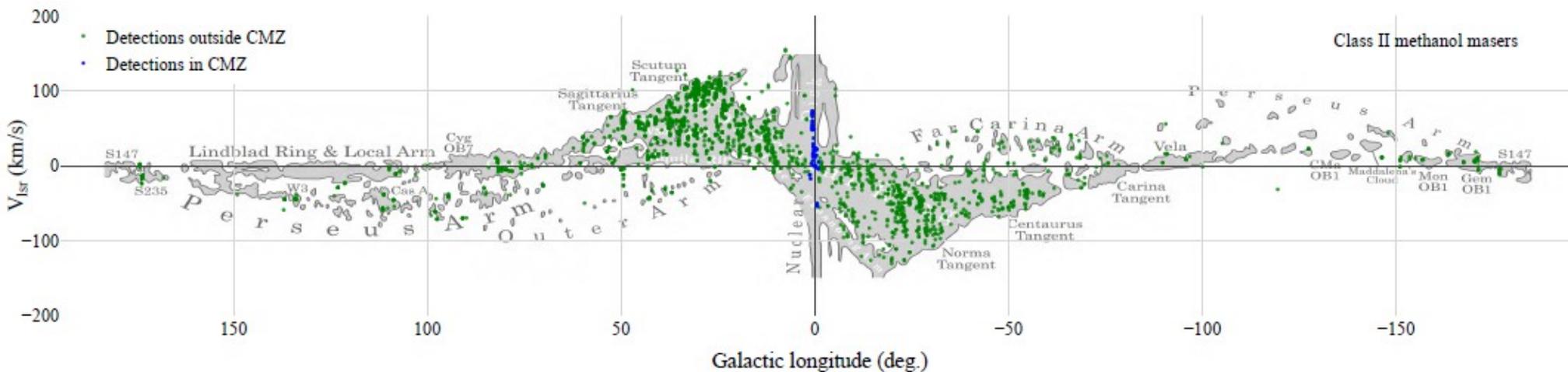
Распределение мазеров метанола в Галактике

Распределение «галактическая долгота – лучевая скорость»



Сверху: мазеры метанола I класса

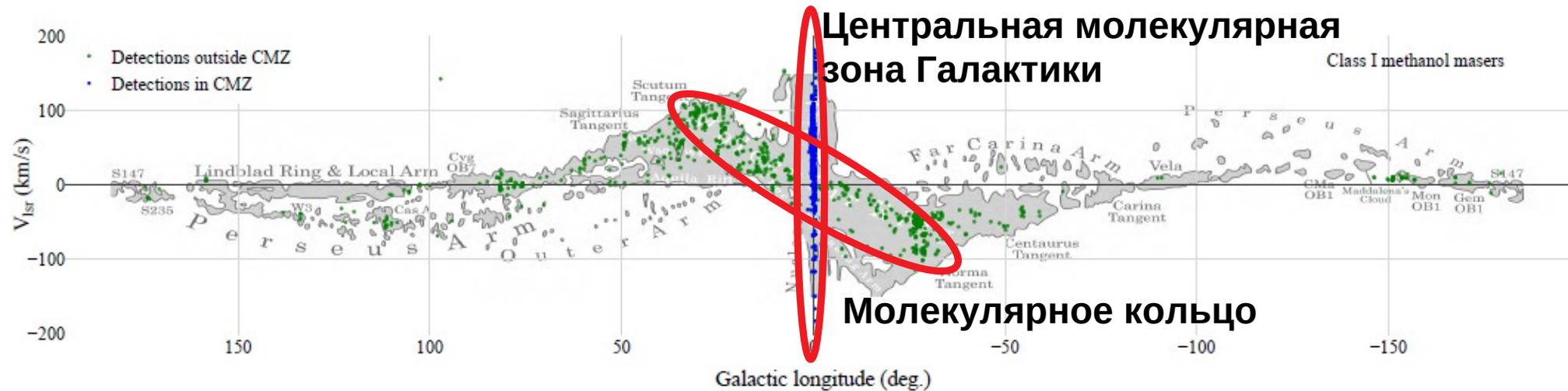
Синим отмечены регистрации в центральной молекулярной зоне,
зелёным – все остальные регистрации



Снизу: мазеры метанола I класса

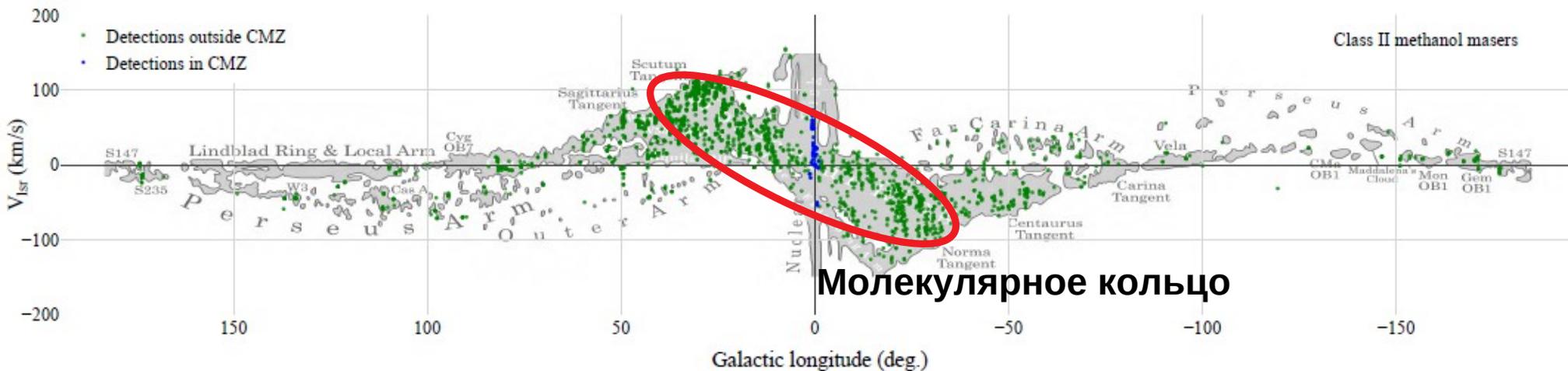
Распределение мазеров метанола в Галактике

Распределение «галактическая долгота – лучевая скорость»



Сверху: мазеры метанола I класса

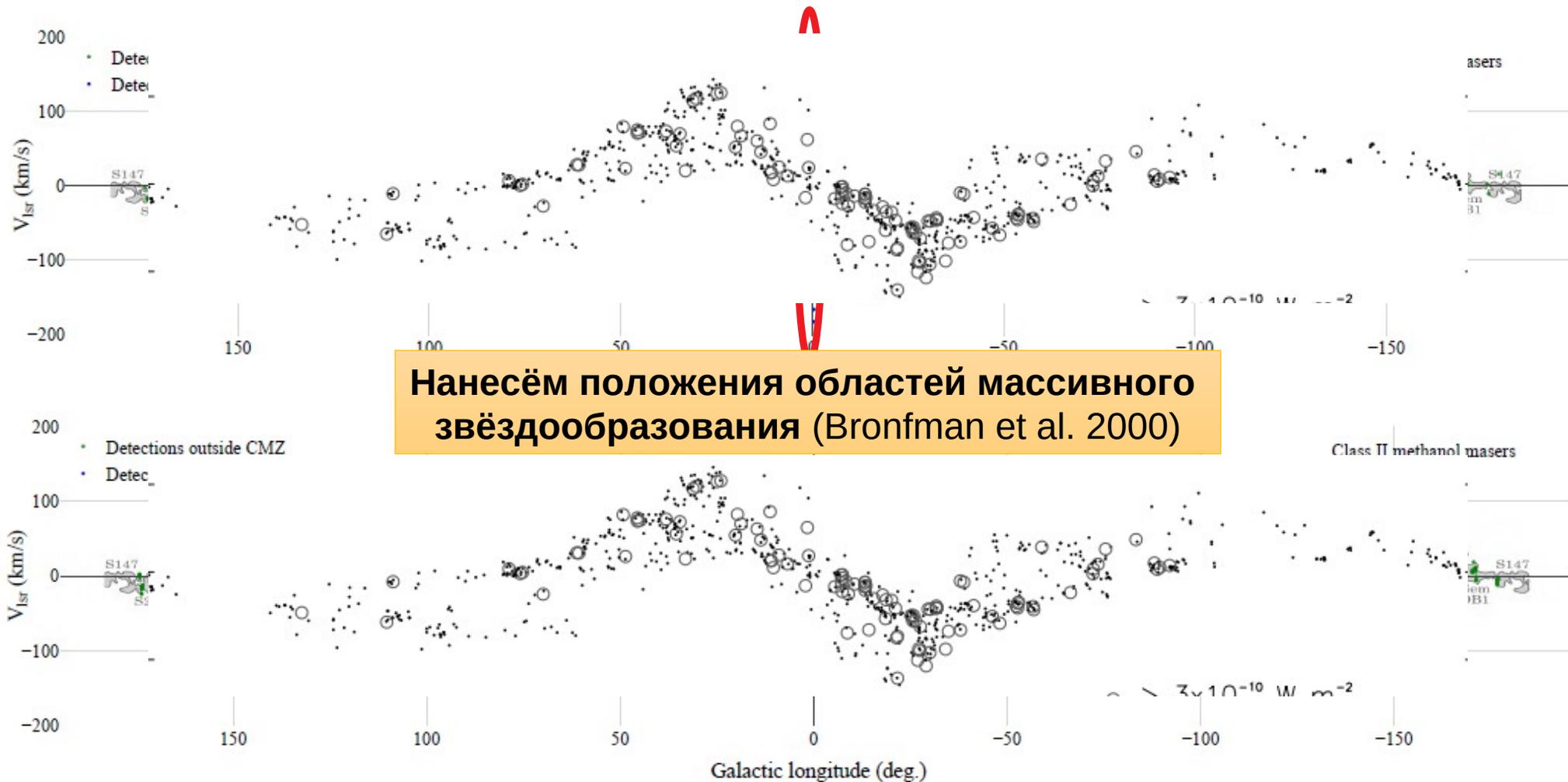
Синим отмечены регистрации в центральной молекулярной зоне, зелёным – все остальные регистрации



Снизу: мазеры метанола I класса

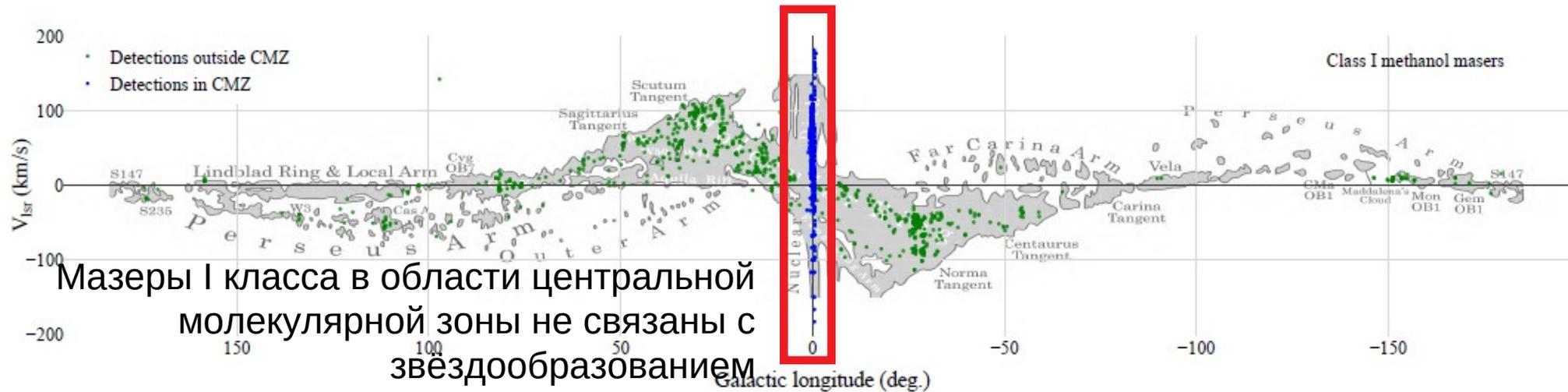
Распределение мазеров метанола в Галактике

Распределение «галактическая долгота – лучевая скорость»



Распределение мазеров метанола в Галактике

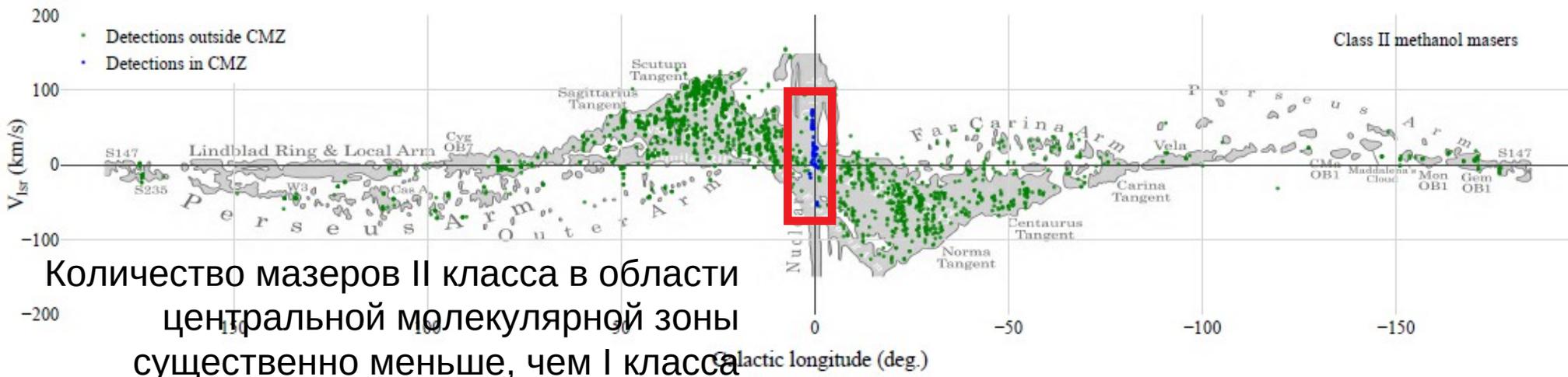
Распределение «галактическая долгота – лучевая скорость»



Мазеры I класса в области центральной молекулярной зоны не связаны с звездообразованием

Сверху: мазеры метанола I класса

Синим отмечены регистрации в центральной молекулярной зоне, **зелёным** – все остальные регистрации

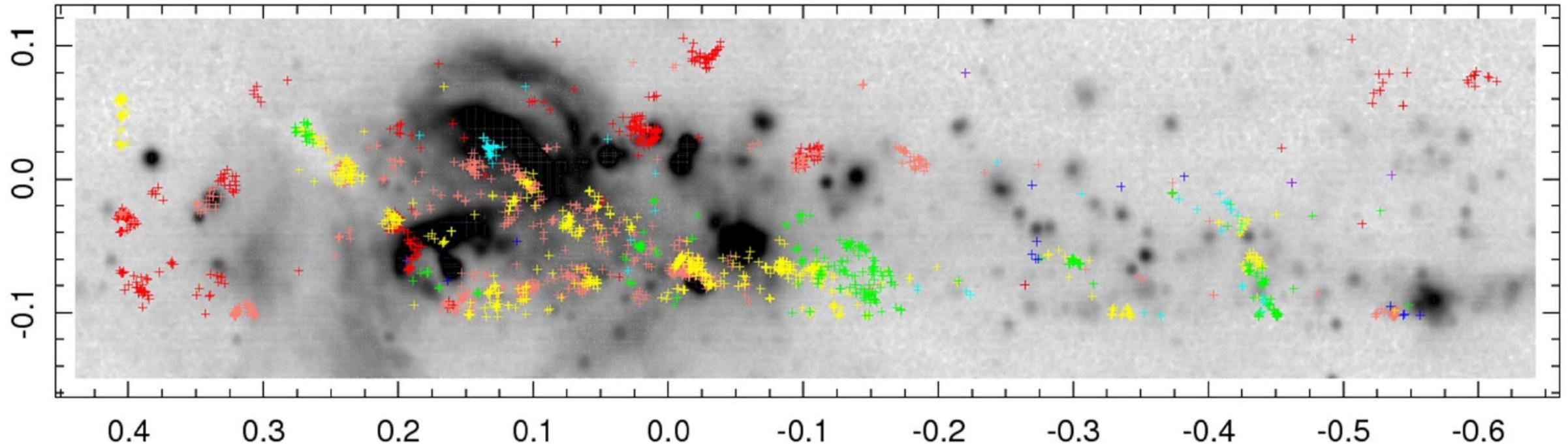


Количество мазеров II класса в области центральной молекулярной зоны существенно меньше, чем I класса

Снизу: мазеры метанола I класса

Мазеры метанола I класса в центре Галактики

Метанольные мазеры I класса + 21 мкм MSX



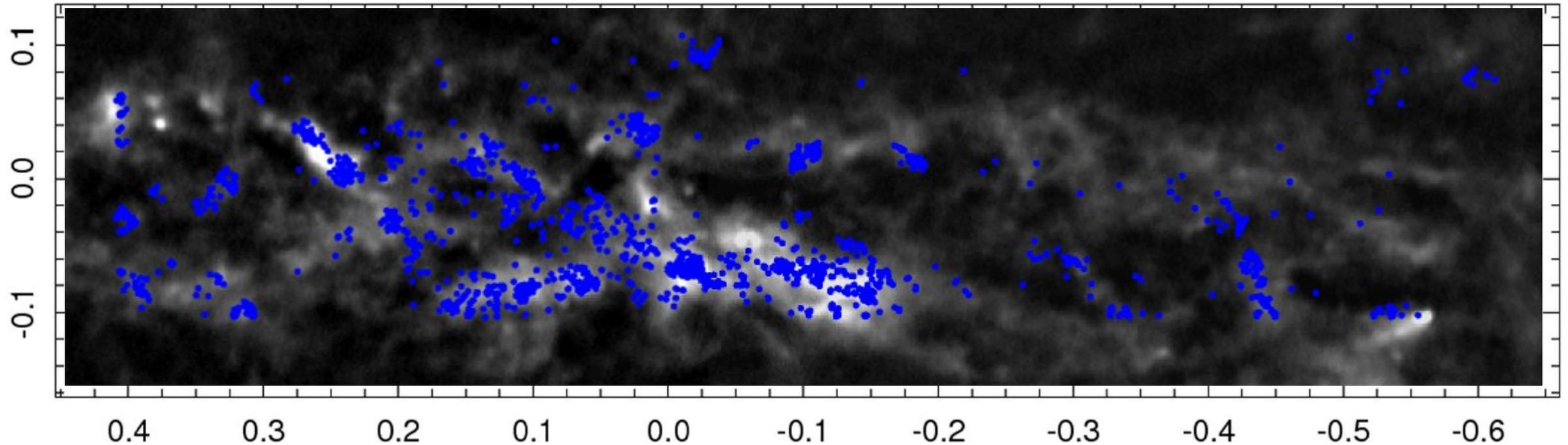
**Фоновое
изображение:**
21 мкм MSX

Точки: метанольные мазеры I класса (Cotton & Yusef-Zadeh 2016),
цветом закодирована лучевая скорость.

Изображение из работы Cotton & Yusef-Zadeh (2016)

Мазеры метанола I класса в центре Галактики

Метанольные мазеры I класса + 870 мкм ATLASGAL

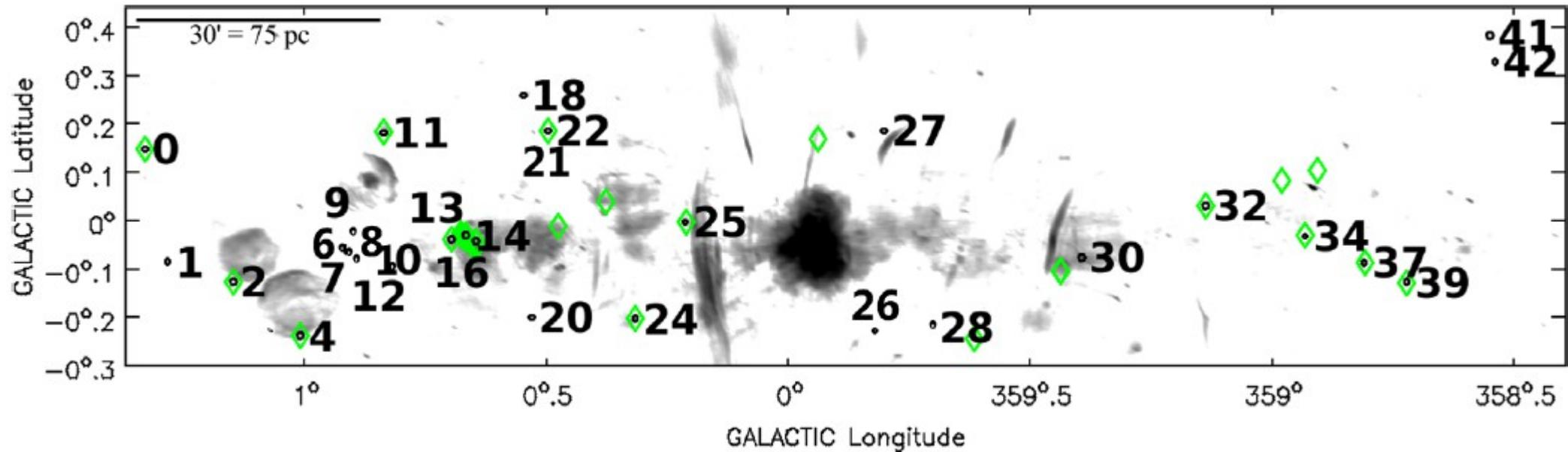


**Фоновое
изображение:**
870 мкм ATLASGAL

Синие точки: метанольные мазеры I класса (Cotton & Yusef-Zadeh 2016).

Мазеры метанола II класса в центре Галактики

Изображение из работы Rickert et al. (2018)



Фоновое изображение: карта в континууме на 90 см (Law et al. 2008a).

Черные точки: положения метанольных мазеров II класса, зарегистрированных в слепом обзоре

Зелёные ромбы: положения метанольных мазеров II класса, зарегистрированных в слепом обзоре на VLA (Rickert et al. 2018).
methanol multibeam (MMB) survey (Green et al. 2009)

Статистика регистраций мазеров I класса по категориям ИСТОЧНИКОВ

| Категория источников | Число объектов с регистрацией | Число объектов без регистрации | Кол-во статей single-dish | Кол-во статей interf. |
|---|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Источники из каталога Volosin | 470 (34%) | 899 | 2 | 0 |
| Молодые звёздные объекты | 172 (31%) | 375 | 5 | 5 |
| Молекулярные истечения | 163 (31%) | 364 | 3 | 2 |
| Известные источники I класса в поисках новых переходов | 261 (51%) | 251 | 11 | 3 |
| Источники из каталога GLIMPSE | 158 (41%) | 231 | 2 | 1 |
| Известные мазеры II класса | 152 (39%) | 233 | 6 | 1 |
| Области массивного звёздообразования | 133 (58%) | 97 | 11 | 18 |
| Ультра-компактные области III | 99 (49%) | 105 | 3 | 2 |
| Протяжённые зелёные объекты (EGO) | 112 (55%) | 92 | 1 | 2 |
| Области маломассивного звёздообразования | 8 (11%) | 67 | 1 | 3 |
| Области III | 44 (59%) | 30 | 2 | 1 |
| Пост-АВГ звёзды/планетарные туманности | 0 (0%) | 73 | 1 | 0 |
| Остатки сверхновых | 8 (31%) | 18 | 3 | 2 |
| Иное | 19 | 1 | 4 | 1 |
| Внегалактические источники | 14 | 4 | 3 | 7 |
| Сгустки излучения CO | 4 (40%) | 6 | 1 | 0 |
| Центральная молекулярная зона Галактики | ~2000 | | 2 | 3 |

Жирным выделены источники, в которых процент положительных регистраций $\geq 50\%$. В скобках показан процент положительных регистраций. Ladeyschikov et al. (2019), AJ, accepted

Статистика регистраций по категориям источников

- **Больше всего мазеров I класса вне центра Галактики** зарегистрировано в направлении на источники из каталога *Bolocam Galactic Plane Survey* (470 источников) в работе *Yang et al. (2017)*.
- **В направлении на центр Галактики** зарегистрировано 2240 метанольных мазеров I класса в работе *Cotton & Yusef-Zadeh (2016)*.
- **Наиболее высокий процент регистрации (>50%)** мазеров I класса:
 - В областях массивного звёздообразования (58%),
 - В областях HII (59%),
 - В ультра-компактных областях HII (49%),
 - В протяжённых зелёных объектах (EGO, 55%),
 - В известных мазерах I класса на иных частотах (51%).
- **Наиболее распространённый способ поиска** новых мазеров – это обзор известных областей массивного звёздообразования (29 статей используют данный способ).

Выражаю благодарность

Андрею Михайловичу Соболеву

Баяндиной Ольге

Всем сотрудникам астрономической обсерватории
УрФУ

Спасибо за внимание!

