

**Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН  
Астрокосмический центр  
Научный совет по астрономии РАН**

**Всероссийская конференция  
Звездообразование  
И  
планетообразование  
Москва, АКЦ ФИАН  
14 – 16 ноября 2023**

**Научный организационный комитет:  
С.А. Балашев,  
Е.О. Васильев,  
М.С. Кирсанова,  
Ю.А. Щекинов**

**Москва 2023**

## **Программа конференции <sup>1</sup>**

### **14 ноября, вторник**

**09:55 — 12:50** (ДЗ Вибе)

09:55 Открытие

10:00 **НН Шахворостова** (АКЦ ФИАН), Наблюдения мазерного и теплового молекулярного излучения в инфракрасных темных облаках на 20-метровом Онсальском радиотелескоп

10:30 **АВ Лапинов** (ИПФ РАН), О вспышечной активности мазера H<sub>2</sub>O в DR21OH

10:50 **ЕЕ Лехт** (ГАИШ МГУ), Исследование вспышек мазерного излучения H<sub>2</sub>O в источниках, связанных с областями образования массивных звезд

**11:10 кофе, чай**

11:40 **ЕЕ Лехт** (ГАИШ МГУ), Эволюция магнитного поля в областях активного звездообразования

12:00 **ЕА Михеева** (АКЦ ФИАН), Спектральный обзор области звездообразования DR21OH в 4мм диапазоне длин волн

12:20 **АГ Пазухин** (ИПФ РАН), Относительное содержание дейтерированных молекул в областях образования массивных звезд

12:40 **КВ Плакитина** (ИНАСАН), Исследование корреляций наблюдаемых лучевых концентраций молекул в области образования массивных звезд RCW120

**13:00 обед**

**14:30 — 17:50** (МС Кирсанова)

14:30 **ДЗ Вибе** (ИНАСАН), О перспективах наблюдения молекул воды в диффузной среде при помощи "Спектра-УФ"

15:00 **ГС Федосеев** (УрФУ), Лабораторная спектроскопия аналогов межзвёздных льдов с учётом новейших открытых данных с телескопа JWST. Проекты и перспективы научных исследований астрохимической лаборатории УрФУ

**15:40 кофе, чай**

16:00 **ЮС Воротынцева** (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Сложные органические молекулы как зонды фундаментальных физических законов

16:20 **ОВ Кочина** (ИНАСАН), PRESTALINE: GORYNYCH — моделирование протозвездного коллапса от динамики до спектральных карт\

16:40 **ДА Сорокин** (ИПФ РАН), Использование ускоренного интерполяцией метода марковских цепей Монте-Карло для исследования структуры и кинематики плотных протозвездных ядер L1287 и G268

17:00 **АВ Лапинов** (ИПФ РАН), Субдоплеровские измерения CH<sub>3</sub>OH и верхний предел на вариации отношения  $m_e/m_p$

17:20 **АВ Лапинов** (ИПФ РАН) Субдоплеровские исследования торсионно-вращательного спектра CH<sub>2</sub>DOH

**17:40 обсуждение**

<sup>1</sup> желтым цветом выделены приглашенные доклады, курсивом — онлайн

**15 ноября, среда****10:00 — 12:50** (НН Шахворостова)

10:00 **ЛЕ Пирогов** (ИПФ РАН), *Физические свойства и кинематика протозвездных ядер южного неба*

10:30 **АМ Соболев** (УрФУ), *ASTRA-ММII - обширный обзор массивных молодых звездных объектов на ALMA*

11:00 **Юй Хунчжи** (УрФУ), *ALMA view on disk/outflow system in the high-mass star-forming region IRAS 18089-1732*

**11:20 кофе, чай**

11:50 **СВ Салий** (АО УрФУ), *Исследование излучения метанола на 1 мм в массивном протозвездном объекте G12.89+0.49*

12:10 **ЭИ Воробьев** (ЮФУ), *Рост пылевых частиц и формирование гальки на начальных стадиях эволюции протопланетных дисков*

12:30 **АП Топчиева** (ИНАСАН) *Распределение гальки в протопланетных дисках*

**12:50 обед****14:30 — 17:10** (СВ Салий)

14:30 **ДД Соколов** (МГУ, ИЗМИРАН), *Деполяризация и фарадеевское вращение радиоизлучения джетов*

15:00 **РВ Ткаченко** (ЮФУ), *Гравитационная неустойчивость околядерного газо-пылевого диска галактики NGC 4736*

15:20 **ЕА Михайлов** (ФИАН), *Возможность генерации магнитных полей различной структуры в аккреционных дисках*

**15:40 кофе, чай**

16:00 **ТТ Хасаева** (МГУ), *Поиск спектра возмущений, соответствующих магниторотационной неустойчивости во внешних областях галактик*

16:20 **ТА Пермякова** (УрФУ), *Исследование скоплений в области звездообразования G174+2.5*

16:40 **ИС Прошина** (ГАИШ МГУ), *Звездообразование в возмущенной галактике Arp 291*

**17:00 обсуждение**

### **16 ноября, четверг**

**10:00 — 12:50** (ЕО Васильев)

10:00 **ПМ Землянуха** (ИПФ РАН), Атомарный газ около области S242

10:20 **ИИ Зинченко** (ИПФ РАН), Многодиапазонные исследования МЗС

10:50 **АВ Худченко**, Краткий обзор приборов для миллиметрового диапазона

**11:20 кофе, чай**

11:40 **МС Кирсанова** (ИНАСАН), 3D-структура областей НII в комплексе звездообразования S254-S258

12:00 **АВ Нестеренок** (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Прохождение гамма-всплеска через молекулярное облако: ионизационная структура облака

12:20 **СЮ Дедиков** (АКЦ ФИАН), Об эффективности разрушения пыли в остатке сверхновой, расширяющемся в неоднородной среде

12:40 **СА Дроздов** (АКЦ ФИАН), Характеристики ИК излучения пыли в расширяющемся остатке сверхновой

**13:00 обед**

**14:30 — 17:30** (ИИ Зинченко)

14:30 **ОВ Егоров** (ГАИШ МГУ), Взаимодействие массивных звезд, газа и пыли по наблюдениям близких галактик с HST, MUSE и JWST

15:10 **СА Балашев** (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Нейтральный углерод в диффузной фазе межзвёздной среды

**15:30 кофе, чай**

15:50 **ИС Герасимов** (ГАИШ МГУ), Ионизованный газ в низкометаллических близких карликовых галактиках

16:10 **ЕО Васильев** (АКЦ ФИАН), Дисперсия скоростей ионизованного газа в областях звездообразования

16:30 **ВВ Клименко** (University of South Carolina, ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Распределение металличности холодного газа вокруг близких галактик при картировании с помощью панорамной спектроскопии

16:50 **ЮА Щекинов** (Raman Research Institute), Вспышки звездообразования в галактиках на  $z > 7$

**17:10 обсуждение**

**Список участников**

Фамилия	Имя	Отчество
1. Ашимбаева	Нурия	Туткабаевна
2. Балашев	Сергей	Александрович
3. Боли	Пол Эндрю	
4. Васильев	Евгений	Олегович
5. Вибе	Дмитрий	Зигфридович
6. Воробьев	Эдуард	Игоревич
7. Воротынцева	Юлия	Сергеевна
8. Герасимов	Иван	Сергеевич
9. Гималиева	Алина	Дамировна
10. Дедиков	Святослав	Юрьевич
11. Дроздов	Сергей	Александрович
12. Егоров	Олег	Владимирович
13. Землянуха	Петр	Михайлович
14. Зинченко	Игорь	Иванович
15. Каленский	Сергей	Владимирович
16. Кирсанова	Мария	Сергеевна
17. Клименко	Вячеслав	Витальевич
18. Кочина	Ольга	Валерьевна
19. Лапинов	Александр	Владимирович
20. Лехт	Евгений	Евгеньевич
21. Михайлов	Евгений	Александрович
22. Михеева	Екатерина	Андреевна
23. Нестеренок	Александр	Владимирович
24. Павлюченков	Ярослав	Николаевич
25. Пазухин	Андрей	Геннадьевич
26. Пермьякова	Татьяна	Александровна
27. Пирогов	Лев	Евгеньевич
28. Плакитина	Каролина	Владимировна
29. Прошина	Ирина	Сергеевна
30. Салий	Светлана	Викторовна
31. Соболев	Андрей	Михайлович
32. Соколов	Дмитрий	Дмитриевич
33. Сорокин	Даниил	Андреевич
34. Ткаченко	Роман	Валерьевич
35. Топчиева	Анастасия	Павловна
36. Федосеев	Глеб	Сергеевич
37. Хайбрахманов	Сергей	Александрович
38. Хасаева	Татьяна	Тимуровна
39. Худченко	Андрей	Вячеславович
40. Хунчжи	Юй	
41. Шахворостова	Надежда	Николаевна
42. Щекинов	Юрий	Андреевич

# **Тезисы докладов**

**СА Балашев** (ФТИ им Иоффе)  
ДН Косенко (ФТИ им Иоффе)

### **Нейтральный углерод в диффузной фазе межзвёздной среды**

В работе обсуждается моделирование распространённости нейтрального углерода (C I) и молекулярного водорода (H<sub>2</sub>) в диффузной межзвёздной среде (МЗС) и систематический анализ физических условий в диффузной МЗС на основе наблюдательных данных по C I/H<sub>2</sub>. Используя модель химического и теплового баланса мы рассчитали как распространённость C I/H<sub>2</sub> зависит от ключевых параметров среды: плотности, УФ фона, скорости ионизации космическими лучами, металличности и распространённости пыли. Мы показали, что наблюдаемые распространённости C I/H<sub>2</sub> в DLA системах с большими красными смещениями могут быть описаны моделью с типичными значениями физических условий для диффузной МЗС. Важной особенностью этой работы является исследование систем в большом диапазоне металличностей, включая малые значения, наблюдаемые в DLA системах с большими красными смещениями. Используя Байесов анализ и дополнительную информацию (из наблюдений) о металличности, лучевой концентрации HI, кинетической температуре и населённости уровней C I мы смогли оценить для выборки DLA систем фон УФ излучения в диапазоне ~0.1 — 100 поля Матиса, плотность водорода ~30 — неск.10<sup>2</sup> см<sup>-3</sup>, и, что самое важное, скорость ионизации космическими лучами ~10<sup>-16</sup> — неск. 10<sup>-15</sup> с<sup>-1</sup>.

Работа поддержана грантом РФФИ 22-22-00164.

**ЕО Васильев** (АКЦ ФИАН)  
ЮА Щекинов (RRI)

**Дисперсия скоростей ионизованного газа в областях звездообразования**

Ионизованный газ в областях звездообразования ближайших карликовых галактик характеризуется определенной зависимостью между светимостью в рекомбинационных линиях водорода и дисперсией скоростей. В рамках численной модели рассчитаны эти величины для расширяющегося пузыря, образованного вспышками сверхновых. Проведены анализ диаграммы "интенсивность в линии Н-альфа -- дисперсия скоростей" для эволюционирующего пузыря в диске с разной шкалой высоты и сравнение с наблюдательными данными.



**ДЗ Вибе** (ИНАСАН)  
МС Кирсанова (ИНАСАН)  
КЛ Лабзина (МГУ)

**О перспективах наблюдения молекул воды в диффузной среде при помощи "Спектра-УФ"**

В работе будут представлены результаты теоретического моделирования эволюции содержания воды в малоплотной молекулярной среде. Исследована зависимость содержания воды от физических параметров среды. Обсуждаются перспективы обнаружения линий поглощения воды в ультрафиолетовом диапазоне при помощи космического телескопа "Спектр-УФ".

**ЭИ Воробьев** (ЮФУ)  
И Куликов (ИВММГ РАН)  
ВГ Элбакян (ЮФУ)  
J McKeivitt (University of Vienna)

Рост пылевых частиц и формирование гальки на начальных стадиях эволюции протопланетных дисков

Будет представлен оригинальный трехмерный численный гидродинамический комплекс на вложенных сетках, ngFEOSAD, разработанный для моделирования формирования и эволюции протопланетных газопылевых дисков, а также первые результаты трехмерного распределения выросшей миллиметровой пыли (гальки) в молодых протопланетных дисках.

**ЮС Воротынцева** (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН)

**СА Левшаков** (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН)

### **Сложные органические молекулы как зонды фундаментальных физических законов**

Плотные молекулярные облака – зоны звездообразования – являются самыми массивными объектами в межзвездной среде Галактики. В них сосредоточено большое число сложных органических молекул, обнаруженных в последнее время в микроволновом диапазоне. Образование этих молекул трассирует физические и химические условия в процессе формирования протозвезд.

Среди них особой группой являются молекулы с внутренним заторможенным движением, от шестиатомных ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) до более сложных двенадцатиатомных ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_3$ ). Внутреннее движение сопровождается туннелированием микрочастиц сквозь потенциальные барьеры, вероятность которого экспоненциально зависит от параметра  $\mu$  - отношение массы электрона к массе протона. Тем самым, микроволновые переходы обладают высокой чувствительностью к изменению  $\mu$ , что можно использовать в качестве тестов физических теорий, расширяющих Стандартную Модель элементарных частиц.

Нами рассчитаны коэффициенты чувствительности к изменению параметра  $\mu$  для молекулярных линий изотопов метанола  $^{13}\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{CH}_3^{18}\text{OH}$ . Получен верхний предел на относительное изменение,  $\Delta\mu/\mu < 3 \times 10^{-8}$ , в зоне звездообразования NGC6334I. Данный результат является одним из наиболее жестких верхних пределов, установленных астрофизическими методами в Галактике. Тем самым, Стандартная Модель подтверждается на уровне  $\sim 10^{-8}$ .

Работа поддержана грантом РФФ No23-22-00124.

**ИС Герасимов** (ГАИШ МГУ)  
ОВ Егоров (ГАИШ МГУ)  
АВ Моисеев (САО РАН)  
ТА Лозинская (ГИАШ МГУ)

**Ионизованный газ в низкометаллических близких карликовых галактиках**

Массивные звезды за счет механизмов обратной связи (звездный ветер, давление горячего газа, вспышки сверхновых) воздействуют на окружающую их межзвездную среду. В результате образуются оболочки из ионизованного газа вокруг индивидуальных звезд и скоплений. В близких карликовых галактиках эти структуры оказываются пространственно разрешенными, что позволяет детально изучать их энергетику и доминирующие механизмы их образования. Я расскажу о наших недавних результатах наблюдения низкометаллических карликовых галактик на БТА САО РАН с помощью методов спектроскопии высокого разрешения интегрального поля и последующего спектрального анализа идентифицированных расширяющихся областей под действием массивных звезд.

**СЮ Дедиков** (АКЦ ФИАН)  
ЕО Васильев (АКЦ ФИАН)

**Об эффективности разрушения пыли в остатке сверхновой,  
расширяющемся в неоднородной среде**

Пылевые частицы в горячем газе остатков сверхновых разрушаются за счет теплового и кинетического испарения. В рамках трехмерной модели с учетом динамики частиц рассмотрено влияние неоднородностей межзвездной среды на возможность разрушения фоновой пыли в остатке сверхновой. Найдено, что эффективность разрушения существенно зависит от степени неоднородности газа. Исследованы особенности распределения пыли в различных тепловых фазах. Обсуждаются возможные наблюдательные проявления в рентгеновском и миллиметровом диапазонах.

Работа ЕОВ поддержана грантом РФФИ № 23-22-00266.

**СА Дроздов** (АКЦ ФИАН)  
СЮ Дедиков (АКЦ ФИАН)  
ЕО Васильев (АКЦ ФИАН)

### **Характеристики ИК излучения пыли в расширяющемся остатке сверхновой**

Сверхновые являются одним из главных источников мощных ударных волн в межзвездной среде, за фронтами которых пылевые частицы эффективно разрушаются. В рамках трёхмерного газодинамического моделирования эволюции сверхновой в неоднородной среде с учётом динамики и испарения пылевых частиц в горячем газе рассчитаны сопутствующие эмиссионные характеристики фоновой (существовавшей в среде) пыли внутри остатка сверхновой в ИК диапазоне. Исследована зависимость ИК светимости в различных спектральных полосах от характера неоднородности межзвёздной среды.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект 23-22-00266).

**ПМ Землянуха** (ИПФ РАН)

ЕМ Домбек (ИПФ РАН)

ЛЕ Пирогов (ИПФ РАН)

ИИ Зинченко (ИПФ РАН)

### **Атомарный газ около области S242**

В докладе представлены результаты наблюдений атомарного водорода в линии 21-см по комбинированным данным GMRT, WSRT (CGPS-HI) и Aresibo (GALFA-HI). Данные сопоставлены с наблюдениями молекулярного газа ( $^{13}\text{CO } 1\text{--}0$ , ONSALA), радиоконтиннума и ИК данных. Наблюдения свидетельствуют о наличии слоя атомарного газа около III зоны S242, перехода водорода из атомарной фракции в молекулярную в направлении молекулярного облака и генерации атомарного газа в направлении кластера молодых звезд, при отсутствии свидетельств об ионизации оными.

**ИИ Зинченко (ИПФ РАН)**

**Многодиапазонные исследования МЗС**

В докладе на ряде примеров рассматривается многодиапазонный подход к исследованиям МЗС - от наблюдений в низкочастотном радиодиапазоне до наблюдений гамма-излучения от молекулярных облаков.

Поддержано грантом РФФ 22-22-00809.



**ОВ Егоров (ГАИШ МГУ)**

**Взаимодействие массивных звезд, газа и пыли по наблюдениям близких галактик с HST, MUSE и JWST**

Массивные звезды являются важным регулятором морфологии, динамики, химического состава и эволюции межзвездной среды (МЗС) в галактиках. Наблюдения близких галактик с высоким пространственным разрешением с использованием методом панорамной спектроскопии позволяют исследовать процессы взаимодействия массивных звезд и МЗС в тысячах областей звездообразования, находящихся в различных окружениях. Запуск телескопа JWST позволил изучать свойства пыли (в том числе, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в ней) с разрешением, доступным ранее только для самых близких спутников нашей Галактики. Я представлю недавние результаты изучения свойств ионизованного газа и пыли вокруг молодых массивных скоплений в 19 близких галактиках по данным обзора PHANGS с телескопами VLT (MUSE), HST и JWST. В частности, в докладе будет рассмотрено, как металличность МЗС влияет на эффективность передачи энергии от массивных звезд и на содержание ПАУ в областях звездообразования.

**МС Кирсанова** (ИНАСАН)  
АВ Моисеев (САО РАН)  
ПЭ Боли (ИНАСАН)

**3D-структура областей III в комплексе звездообразования S254-S258**

В докладе обсуждается трехмерная структура областей III, которая изучалась по оптическим наблюдениям на телескопах САО РАН и архивным данным ИК-телескопа "Гершель".  
Работа поддержана грантом РФФ 21-12-00373.

**ВВ Клименко** (University of South Carolina, Ioffe Institute)  
V Kulkarni (University of South Carolina)  
DA Wake (University of North Carolina)  
S Poudel (Texas Christian University)  
MA Bershadsky (University of Wisconsin)  
C Péroux (ESO)  
B Lundgren (University of North Carolina)

**Распределение металличности холодного газа вокруг близких галактик при картировании с помощью панорамной спектроскопии**

Combining cool-gas metallicity and warm-gas metallicity is essential to build a complete census of metals in and around galaxies. While comparisons of cool-gas metallicity and warm-gas metallicity have been performed in integral field spectroscopy (IFS) studies of quasar absorbers at higher redshifts, we present for the first time such comparison for the  $z \sim 0$  galaxies that have much more detailed information. We study the CGM of 14 galaxies at  $z < 0.1$  that have been mapped with IFS by measuring absorption lines produced by the gas in HST/COS spectra of background quasars/AGN at impact parameters of 0-25 effective radii from the galaxy center. We report measurements of the CGM metallicity along sightlines at various elevation angles and comparisons with the metallicity gradient in the disk measured by modelling the IFS maps. Our results for the CGM metallicity, ionization, and gas velocities are consistent with expectations for gas flows in and out of the galaxies. The azimuthal angle distribution of the CGM metallicity and the dependence of CGM metallicity on galaxy stellar mass are consistent with predictions from TNG50 simulations. Our small sample offers the first detailed comparisons of CGM properties with extrapolations of detailed galaxy maps from IFS.

**ОВ Кочина** (ИНАСАН)

**ЯН Павлюченков** (ИНАСАН)

**ДЗ Вибе** (ИНАСАН)

**PRESTALINE: GORYNYCH — моделирование протозвездного коллапса от динамики до спектральных карт**

Мы представляем новый комплекс программ, предназначенный для сквозного моделирования протозвездного коллапса, химической эволюции и переноса излучения в молекулярных линиях. Комплекс позволит более системно подходить к теоретическим исследованиям и интерпретации наблюдений протозвездных объектов.

**АВ Лапинов** (ИПФ РАН)  
ГЮ Голубятников (ИПФ РАН)

### **Субдоплеровские исследования торсионно-вращательного спектра CH<sub>2</sub>DOH**

При помощи созданных в ИПФ РАН субдоплеровских спектрометров выполнены исследования торсионно-вращательных переходов молекул однократно дейтерированного метанола CH<sub>2</sub>DOH. Благодаря измерениям на основе провала Лэмба экспериментальные точности частот в мм - субмм диапазонах длин волн улучшены в сравнении традиционной спектроскопией на 1 - 2 порядка. Для ряда переходов измерены параметры сверхтонкого расщепления. Улучшенные частоты переходов представляют большой интерес как при исследованиях физических параметров в областях звездообразования, так и при поиске возможных вариаций фундаментальных констант.

Исследования А.В. Лапинова выполнены за счет гранта Российского научного фонда № 23-22-00227, <https://rscf.ru/project/23-22-00227/>.

**АВ Лапинов** (ИПФ РАН)

ГЮ Голубятников (ИПФ РАН)

ТА Хабарова (ИПФ РАН, НГУ им. Н.И.Лобачевского)

**Субдоплеровские измерения СНЗОН и верхний предел на вариации отношения  $m_e/m_p$**

При помощи созданных в ИПФ РАН субдоплеровских спектрометров выполнены исследования чисто вращательных и торсионно-вращательных переходов метанола. Из сравнения высокоточных лабораторных и радиоастрономических измерений СНЗОН получены верхние оценки на вариации отношения массы электрона к массе протона. Обсуждаются дальнейшие пути повышения точности измерений.

Исследования А.В. Лапинова и Т.А. Хабаровой выполнены за счет гранта Российского научного фонда № 23-22-00227, <https://rscf.ru/project/23-22-00227/>.

**АВ Лапинов** (ИПФ РАН)  
АМ Толмачёв (ПРАО АКЦ ФИАН)  
АК Киселёв (ИПФ РАН, Мининский университет)  
НИ Лапин (ИПФ РАН, Мининский университет)  
СА Лапинова (НГУ им. Н.И.Лобачевского, НИУ ВШЭ)  
ИА Старцева (Мининский университет)  
АС Логинова (Мининский университет)

### **О вспышечной активности мазера H<sub>2</sub>O в DR21OH**

Сообщается о вспышке мазерного излучения H<sub>2</sub>O, обнаруженной в июле 2023 г. в области звездообразования DR21OH при мониторинге на РТ22 ПРАО непрерывного излучения в DR21. Данные наблюдения были частью программы по исследованию характеристик антенны и поглощения атмосферы на длине волны 1.35 см. Последующее обращение к архивным данным показало, что обнаруженная вспышка в 2023 г. была не единственной, и DR21OH является сильно переменным источником в линии H<sub>2</sub>O на 22 ГГц с довольно непредсказуемым характером. По измерениям континуума в DR21 выполнены оценки эффективной площади РТ22. Подробно обсуждается морфология источников W75N/W75S/DR21OH/DR21.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-22-00227, <https://rscf.ru/project/23-22-00227/>.

**ЕЕ Лехт** (ГАИШ МГУ)

НТ Ашимбаева

АМ Толмачев

ВВ Краснов

**Исследование вспышек мазерного излучения H<sub>2</sub>O в источниках, связанных с областями образования массивных звезд**

В настоящее время большой интерес представляют исследования областей ионизованного водорода HII, в которых образуются звезды больших масс (порядка 10 масс Солнца и более). Последние несколько лет отмечены открытиями ярких вспышек аккреции у массивных молодых звездных объектов в S255IR, NGC6334I, G358.931-0.030, G24.33+0.14 и др. Эти события сопровождались вспышками мазерного излучения, а также вспышками в субмиллиметровом и миллиметровом диапазонах. Наши исследования области S255 IR проведены на основе наблюдений (мониторинга) мазерного излучения H<sub>2</sub>O в линии 1.35 см на 22-м радиотелескопе ПРАО. Масса центральной звезды в S255 IR оценивается как 20 масс Солнца. В течение временного интервала 2018-2023 гг. было зарегистрировано большое число вспышек различной интенсивности и продолжительности, а также получено, что переменность интегрального потока имеет циклический характер со средним периодом около одного года. Обнаружен дрейф лучевых скоростей большинства эмиссионных деталей, причем, преимущественно в сторону уменьшения скорости. Причиной вспышек может быть существование собственных движений мазерных конденсаций. Также возможно влияние турбулентных движений вещества.



**ЕЕ Лехт (ГАИШ МГУ)**  
НТ Ашимбаева

### **Эволюция магнитного поля в областях активного звездообразования**

Мониторинг мазерного излучения ОН в областях активного звездообразования позволяет проследить за эволюцией структуры магнитного поля. Важно установить, какой процесс происходит: развитие некоторых упорядоченных структур магнитного поля в источнике или его частичная деполяризация [1]. Для решения этой задачи мы проводим поляризационные наблюдения (мониторинг) ряда источников в линиях гидроксила 1665, 1667, 1720 и 1612 МГц (длина волны 18 см) на Большом радиотелескопе в Нансэ (Франция). Проведено пространственное отождествление спектральных деталей ОН с мазерными пятнами (конденсациями) по VLBI картам, в основном, по данным Аргон и др. [2] и Фиша и др. [3]. По измеренным параметрам Стокса для каждой мазерной конденсации было определено направление поперечного магнитного поля. Например, в ON1 и G10.624–0.385 (W31 A) векторы поперечного магнитного поля  $H_{\perp}$  ориентированы, в основном, вдоль дуги, которая состоит из отдельных мазерных конденсаций [4,5]. Мы обнаружили значительные временные изменения направления поперечного магнитного поля в отдельных мазерных конденсациях. Так в G43.8-0.1 в период 2016–2022 гг. произошла некоторая переориентация глобального магнитного поля. Поле стало менее хаотичным: в восточной части области III поле в мазерных конденсациях перпендикулярно дуге, а в западной части параллельно дуге. Предполагается, что глобальное магнитное поле во всей области U H II источника G43.8–0.1 имеет одно направление: вдоль оси северо-восток–юго-запад. Важным параметром является зеемановское расщепление линии. Было обнаружено большое число зеемановских пар. Это позволило для таких деталей (конденсаций) определить направление продольного магнитного поля (к наблюдателю или от него) и его величину. Например, в источнике S128 для двух зеемановских пар в линии 1612 МГц, имеющих близкие лучевые скорости (–75.236/–75.344 и –74.980/–74.903 км/с), обнаруженные расщепления имеют противоположные знаки и, следовательно, противоположные направления продольного магнитного поля. Для этих деталей также были определены направления векторов поперечного магнитного поля. Видимо, магнитное поле является закрученным и связано с закрученным молекулярным потоком вещества.

1. Fish V.L and Reid M.J., *Astrophys. J. Suppl.*, vol. 164, p. 99, 206.2.
2. Argon A.L., Reid M.J., and Menten K.M., *Astrophys. J. Suppl.*, vol.129, p.159, 2000.
3. Fish V.L., Reid M.J., Argon A.L., and Zheng X.W., *Astrophys. J. Suppl.*, vol.160, p.220, 2005.
4. Ашимбаева Н.Т., Лехт Е.Е, и др., *Астрон. журн.*, т. 100, с. 233, 2023.
5. Ашимбаева Н.Т., Лехт Е.Е, и др., *Астрон. журн.*, т. 100, с. 593, 2023.

**ЕА Михайлов** (ФИАН, МГУ)  
ЕН Жихарева (МГУ)

### **Возможность генерации магнитных полей различной структуры в аккреционных дисках**

Магнитные поля в аккреционных дисках играют весьма существенную роль, объясняя такие процессы, как перенос момента количества движения между их различными частями [1]. С теоретической точки зрения их генерация может объясняться с помощью механизма динамо. Несмотря на другие пространственные и временные масштабы, качественно данный механизм описывается закономерностями, сходными с теми, которые действуют в галактическом диске [2]. Между тем, возникает вопрос о том, будут ли магнитные поля осесимметричными, или они могут образовывать структуры в азимутальном направлении. Подобные неоднородности можно предполагать, например, за счёт переноса вместе с аккрецирующим веществом магнитного поля, которое служит начальными условиями для динамо. Тем не менее, спектральный анализ оператора, описывающего действие динамо в диске, показывает, что подобные структуры оказываются неустойчивыми [3]. Также их неустойчивость подтверждается методами численного моделирования, которые демонстрируют «размазывание» структур магнитного поля за счёт достаточно быстрого вращения.

[1] Shakura N.I., Sunyaev R.A., A&A, 1973, 24, 337

[2] Boneva D.V. , Mikhailov E.A., Pashentseva M.V., Sokoloff D.D., A&A, 2021, 652, A38

[3] Mikhailov E.A. Magnetohydrodynamics, 2020, 56, 403

**ЕА Михеева** (АКЦ ФИАН)  
СВ Каленский (АКЦ ФИАН)

**Спектральный обзор области звездообразования DR21ОН в 4мм диапазоне длин волн**

Представлены результаты обзора спектральных линий области звездообразования DR21ОН в 4-мм диапазоне длин волн. Было обнаружено 69 молекул и их изотопологов, от простых двухатомных или трехатомных молекул, таких как SO, SiO и CCH, до сложных органических молекул, таких как CH<sub>3</sub>OCHO или CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>. Заметная часть полученных результатов качественно повторяет результаты обзора этого же источника на волне 3 мм. Списки молекул, обнаруженных на 3 мм и 4 мм, в значительной степени пересекаются. Однако на 4 мм были обнаружены молекулы, которые не обладают разрешенными переходами в 3-мм диапазоне, например, DCN, DNC или SO<sup>+</sup>. Основную часть молекул, найденных на 4 мм, составляют те, которые часто наблюдаются в плотных ядрах, например, HC<sub>3</sub>N или CH<sub>3</sub>CCH, однако некоторые обнаруженные молекулы характерны для горячих ядер. К последним относятся сложные органические молекулы CH<sub>3</sub>OCHO, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH, CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub> и др. Однако излучение этих молекул, зарегистрированное в данном обзоре, вероятно, возникает в газе, имеющем температуру 30 К. Девять молекул, в том числе сложные соединения CH<sub>3</sub>C<sub>3</sub>N, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CN, CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> и др. найдены с помощью сложения спектральных линий. Это демонстрирует большие возможности данного метода при исследовании молекулярных облаков.

**АВ Нестеренок (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)**

**Прохождение гамма-всплеска через молекулярное облако:  
ионизационная структура облака**

Построена модель прохождения излучения гамма-всплеска через плотное молекулярное облако. Ионизация ионов металлов рентгеновским излучением определяет степень ионизации газа в области, где газ преимущественно нейтральный. Фотоионизация внутренних электронных оболочек ионов сопровождается испусканием электронов Оже, что приводит к образованию ионов в высоком ионизационном состоянии. В частности, лучевые концентрации ионов Mg, Si, Fe в состоянии ионизации I--IV много меньше, чем лучевые концентрации ионов в состоянии ионизации V и выше. Лучевая концентрация ионов серы SI-SII становится больше лучевой концентрации ионов серы в более высоких состояниях ионизации только для больших лучевых концентраций водорода в облаке,  $N_{H,tot} > 6 \times 10^{22} \text{ см}^{-2}$ , а лучевая концентрация ионов серы SIII и SIV мала для всех  $N_{H,tot}$ . Результаты расчетов качественно соответствуют данным наблюдений послесвечения гамма-всплесков, согласно которым лучевая концентрация водорода  $N_H$ , вычисленная по данным в оптическом диапазоне длин волн, как правило, много меньше лучевой концентрации  $N_{Hx}$ , вычисленной по поглощению излучения в рентгеновском диапазоне длин волн.

**АГ Пазухин** (ИПФ РАН)  
ИИ Зинченко (ИПФ РАН)  
ЕА Трофимова (ИПФ РАН)  
К Хенкель (MPIfR, Германия)

**Относительное содержание дейтерированных молекул в областях образования массивных звезд**

С помощью IRAM-30 m и Effelsberg-100 m были получены карты и спектры в линиях  $J=1-0$  и  $J=2-1$  DCO<sup>+</sup>, DCN, DNC, N<sub>2</sub>D<sup>+</sup> и NH<sub>2</sub>D, а также их недейтерированных аналогов. Используя отношения интенсивностей HCN(1-0) и HNC(1-0), получены оценки кинетической температуры. Применяя не-ЛТР модель переноса излучения с помощью RADEX, получены оценки плотностей газа и лучевых концентраций молекул. В работе рассматривается зависимость относительного содержания дейтерированных молекул от физических параметров (температуры, плотности). Результаты наблюдений согласуются с предсказаниями химических моделей (хотя в некоторых случаях имеются существенные различия).

Работа выполнена при поддержке РФФ 22-22-00809.

**ТА Пермякова** (УрФУ)  
АФ Селезнев (УрФУ)

### **Исследование скоплений в области звездообразования G174+2.5**

Доклад посвящен исследованию структуры, фотометрии и кинематики скоплений области звездообразования G174+2.5 на основе данных каталогов UKIDSS GPS (версия DR10PLUS) и Gaia DR3. Мы находим известные погруженные скопления и кандидаты в скопления по картам поверхностной плотности, которые были построены KDE методом. Было выделено 14 скоплений, 6 из которых ранее не упоминаются в литературе. Для всех обнаруженных скоплений нами определен ряд параметров: центры, радиусы, количество звезд, покраснение. Для 4 регионов также были определены вероятности принадлежности звезд к скоплениям (с использованием программы UPMASK), расстояния до этих скоплений (оценки фотометрическим методом и через параллаксы дают диапазон расстояний от 1.4 до 1.9 кпк) и исследована кинематика звезд внутри скоплений с использованием данных о собственных движениях из каталога Gaia DR3.

**ЛЕ Пирогов** (ИПФ РАН)  
**ПМ Землянуха** (ИПФ РАН)

**Физические свойства и кинематика протозвездных ядер южного неба**

Проведен анализ данных наблюдений в континууме на длине волны 350 мкм и в молекулярных линиях в диапазоне 3 мм выборки плотных газопылевых ядер южного неба, связанных с областями образования массивных звезд и звездных скоплений. Определены физические свойства ядер, рассчитаны молекулярные концентрации и получены пространственные распределения средней на луче зрения температуры пыли. В двух ядрах наблюдается асимметрия профилей оптически толстых линий  $\text{HCO}^+(1-0)$ , указывающая на сжатие газа на луче зрения. С помощью разработанного нами алгоритма с использованием методов главных компонент и k-ближайших соседей (Пирогов и Землянуха 2021) проведено вписывание модельных спектральных карт  $\text{HCO}^+(1-0)$  и  $\text{H}^{13}\text{CO}^+(1-0)$ , полученных в рамках не-ЛТР сферически-симметричной модели, в наблюдаемые в ядре G268.42—0.85. Рассчитаны радиальные профили плотности, турбулентной скорости и скорости сжатия. Профиль скорости сжатия оказался отличным от ожидаемого как в случае свободного падения газа на протозвезду, так и в случае глобального коллапса ядра. Приводится обсуждение полученных результатов.

**КВ Плакитина** (ИНАСАН)

**МС Кирсанова** (ИНАСАН)

### **Исследование корреляций наблюдаемых лучевых концентраций молекул в области образования массивных звезд RCW120**

Большинство известных в настоящее время сложных органических молекул первоначально были обнаружены в направлении на компактные ( $\sim 0.05$  пк) плотные сгустки ( $n(\text{H}_2) \sim 10^8 \text{ см}^{-3}$ ) горячего молекулярного газа ( $T > 100 \text{ K}$ ) вокруг массивных протозвезд, так называемые, горячие ядра. Молекулы в межзвездной среде образуются в различных условиях: в газе, на поверхности пылинок, в ударных волнах, молекулярных истечениях. Физические условия, в которых эти молекулы находятся, влияют на наблюдаемые обилия молекул.

В работе представлены наблюдения горячих ядер в области образования массивных звезд RCW 120 в диапазоне частот от 200 до 260 ГГц. Несмотря на научный интерес к области RCW 120, насколько нам известно, ранее не проводилось исследований по изучению химического разнообразия вокруг горячих ядер. По результатам анализа молекулярных линий в направлении на самое массивное ядро в наблюдаемой области нам удалось идентифицировать 43 молекулы: от двухатомных (CO, SO) до сложных органических молекул ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CCH}$ ). В работе обсуждаются результаты исследования корреляций лучевых концентраций различных молекул в области образования массивных звезд RCW 120.



**ИС Прошина** (ГАИШ МГУ)  
АВ Моисеев (САО РАН)

### **Звездообразование в возмущённой галактике Arp 291**

Для возмущённой галактики Arp 291 были получены узкополосные изображения в эмиссионных линиях H $\alpha$ , [NII]6583, [OIII]5007, [SII]6716, [SII]6731 с помощью фотометра MaNGaL на 2.5-метровом телескопе Кавказской Горной Обсерватории ГАИШ МГУ. Эти изображения выявили наличие нескольких десятков очагов текущего звездообразования, расположенных в искажённых спиральных рукавах галактики. Размеры очагов текущего звездообразования составляют 150 — 550 пк. По измеренным потокам в эмиссионных линиях для каждого очага звездообразования была произведена оценка характера возбуждения ионизованного газа, его металличности, электронной плотности и темпов текущего звездообразования. Проведено сопоставление темпов текущего звездообразования (оценённого по потоку в H $\alpha$ ) с темпами недавнего звездообразования (оценённого по потокам в УФ по архивным изображениям космического телескопа GALEX) с привлечением изображений WISE в полосе W4 для учёта поглощения пылью. Полученные результаты будут представлены в докладе.

**СВ Салий** (АО УрФУ)

АМ Соболев (АО УрФУ)

ДА Ладейщиков (АО УрФУ)

Yu Hongzhi (АО УрФУ)

Sheng-Yuan Liu (Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Taiwan)

**Исследование излучения метанола на 1 мм в массивном протозвездном объекте G12.89+0.49**

Представлены предварительные результаты работы по исследованию массивного протозвездного объекта G12.89+0.49 по наблюдениям, проведенным на интерферометре ALMA в частотном диапазоне 216-234 ГГц. На полученных спектрах отождествлены более 30 линий метанола. Оценены вращательные температуры и лучевые концентрации метанола в области, соответствующей массивному диску, (ок. 350 К и  $3 \times 10^{17}$  см<sup>-2</sup>, соответственно) и в области, соответствующей небольшому яркому, в линиях метанола, объекту юго-западнее массивного диска ( $> 200$  К и  $2 \times 10^{15}$  см<sup>-2</sup>).

Работа поддержана проектом РФФ № 23-12-00258.

**АМ Соболев** (УрФУ)

SY Liu (Institute of Astronomy and Astrophysics, Taiwan)

ДА Ладейщиков (УрФУ)

Yu Hongzhi (АО УрФУ)

СЮ Парфенов (УрФУ)

АА Шагабутдинов (УрФУ)

СВ Салий (УрФУ)

**ASTRA-MMII - обширный обзор массивных молодых звездных объектов на ALMA**

На интерферометре ALMA с угловым разрешением 0.15" проведен обзор окрестностей более 160 массивных молодых звездных объектов, связанных с переменными метанольными мазерами на 6.7 ГГц. Получены карты в радиоконтинууме на длине волны 1.3 мм и в многочисленных радиолиниях. Данные позволяют исследовать протозвездные диски, истечения и аккреционные потоки. Работа проведена при поддержке гранта РФФ 23-12-00278.

**ДД Соколов** (физический факультет МГУ, ИЗМИРАН)  
ЕВ Юшков (физический факультет МГУ)  
ГА Чумарин (физический факультет МГУ)

### **Деполяризация и фарадеевское вращение радиоизлучения джетов**

Изучение магнитных полей внегалактических радиоисточников широко использует данные о деполяризации синхротронного излучения и фарадеевского вращения плоскости поляризации. Связь магнитного поля с этими величинами была в свое время установлена Берном для точечных источников, а впоследствии они оказались применимыми и для магнитных полей галактических дисков. Эта связь существенно использует конкретную конфигурацию магнитного поля в этих объектах, причем по счастливому совпадению оказывается, что используемые свойства точечного источника и плоского слоя оказываются идентичными. В то же время конфигурации магнитных полей звездных и галактических джетов существенно отличаются от конфигурации магнитного поля в слое. В докладе представлены соответствующие модификации соотношений, необходимых для интерпретации данных о деполяризации и фарадеевском вращении радиоизлучения джетов.

**ДА Сорокин** (ИПФ РАН)  
ПМ Землянуха (ИПФ РАН)  
ЛЕ Пирогов (ИПФ РАН)

**Использование ускоренного интерполяцией метода марковских цепей Монте-Карло для исследования структуры и кинематики плотных протозвездных ядер L1287 и G268**

Эффективным методом изучения кинематики и структуры плотных протозвездных ядер является сравнение наблюдаемых карт в молекулярных линиях с моделируемыми для оценки оптимальных параметров физической модели с помощью методов статистического анализа. Использование таких методов требует значительных затрат времени на вычисления, поэтому нами предлагается интерполировать рассчитанные модельные спектральные карты. Как показала практика, такой подход позволяет генерировать выборки для получения распределения функции правдоподобия, более чем в 1000 раз быстрее, чем выполнение аналогичной процедуры только с использованием прямых расчётов модели. В результате использования данного подхода были оценены радиальные распределения физических параметров плотных протозвездных ядер L1287 и G268. Использование такого подхода позволяет в будущем ускорить расчеты для более сложных моделей.

**РВ Ткаченко** (ЮФУ)

**ВИ Корчагин** (ЮФУ)

**Гравитационная неустойчивость околоядерного газо-пылевого диска галактики NGC 4736**

С помощью гидродинамического моделирования в работе изучено происхождение многорукавных спиральных структур, наблюдаемых в околоядерных газовых мини-дисках близких галактик. Показано, что присутствие пыли в таких дисках и ее взаимодействие с гравитационно стабильной газовой компонентой приводит к развитию многорукавной спиральной структуры. В качестве конкретного примера изучено формирование спиральной структуры в околоядерном диске галактики NGC 4736, для которой имеется широкий спектр наблюдательных данных. Обнаружено, что многорукавная спиральная структура развивается в заведомо устойчивом газовом мини-диске NGC 4736, если соотношение газа к пыли составляет 5-20 процентов. Также продемонстрировано, что наряду с концентрацией пыли важным фактором развития неустойчивости является размер пылинок. В стабильном газовом диске развивается нелинейная многорукавная спиральная структура с размерами пылевых зерен более одного микрона.

Работа была выполнена при поддержке фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС».

**АП Топчиева (ИНАСАН)**

**Распределение гальки в протопланетных дисках**

В работе представлено исследование распределение гальки и химический состав их ледяных мантий в молодом протопланетном диске. Показано, что вся галька, образующиеся в модели, покрыты ледяными мантиями. Ледяные мантии на гальке состоят в основном из  $H_2O$  и  $CO_2$  и обеднены углеродом по сравнению с газом и льдом на мелких и выросших пылинках, которые содержат больше  $CO$  и  $CH_4$ . Это говорит о возможном преобладании кислорода в составе планет, образовавшихся из гальки в таких условиях. Показано, что галька эффективно разрушается во время вспышек светимости за счет тепловой десорбции ее мантии, что приводит к снижению скорости фрагментации.

**ГС Федосеев** (УрФУ)

МГ Медведев

МЭ Ожиганов

ВМ Картеева

РС Накибов

КА Степанова

АС Трясцина

ВВ Крушинский

АИ Васюнин

**Лабораторная спектроскопия аналогов межзвёздных льдов с учётом новейших открытых данных с телескопа JWST. Проекты и перспективы научных исследований астрохимической лаборатории УрФУ**

За прошедший год Космический телескоп имени Джеймса Уэбба (JWST) предоставил новые данные спектроскопии в среднем инфракрасном диапазоне по направлению к областям звездообразования с чувствительностью и разрешением недоступным ранее. Ключевым условием для правильной интерпретации этих спектроскопических данных является наличие лабораторных спектров сравнения. Данные спектры получают при постановке специализированных экспериментов, где образцы различных веществ «выращивают» в условия приближенных к экстремальным физико-химическим условиям космоса. В Научной лаборатории астрохимических исследований УрФУ для решения этой задачи была спроектирована и сконструирована сверхвысоковакуумная криогенная установка ISEAge, где депозиция аморфных плёнок веществ (льдов) осуществляется на германиевой подложке охлаждённой до температуры 10-20 К. В докладе будет дан краткий обзор результатов опубликованных JWST наблюдений по направлению к тёмным облакам, протозвездам и протопланетарным дискам. Затем будет представлено описание установки ISEAge и её сравнение с другими установками, данные которых использовались для интерпретации данных JWST наблюдений. Будут выделены возможности установки ISEAge недоступные для других установок. Доклад завершит представление текущего статуса проектов осуществляемых на установке ISEAge астрохимической лабораторией УрФУ, и дальнейшие перспективы исследований.

Работа проведена при поддержке гранта РФФИ 23-12-00315.



**ТТ Хасаева** (МГУ, ИТПЗ РАН)  
ЕА Михайлов (ФИАН, МГУ)

**Поиск спектра возмущений, соответствующих магниторотационной неустойчивости во внешних областях галактик**

В ряде галактик существуют магнитные поля порядка единиц микрогаусс. Их эволюцию в пределах 8-10 кпк принято описывать при помощи механизма динамо. Ранее было показано, что на расстояниях более 15 кпк также формируется регулярное магнитное поле [1]. Помимо динамо, определенную роль могут играть и другие эффекты, например, магниторотационная неустойчивость. В рамках представляемой работы мы оцениваем роль магниторотационной неустойчивости в формировании крупномасштабных структур поля. Для этого необходимо провести спектральный анализ возмущений, связанных с магниторотационной неустойчивостью [2]. Собственные значения, характеризующие данный процесс, и соответствующие им собственные функции (описывающие пространственный профиль поля) были получены нами как с помощью численных методов, так и с использованием теоретических приближений, аналогичных тем, которые применяются в квантовой механике при нахождении спектра уравнения Шредингера.

[1] Mikhailov, E., Kasparova, A., Moss, D. et al. AA, 2014, 568, A66

[2] Shakura, N., Postnov, K., Kolesnikov, D., Lipunova, G. arXiv:2210.15337v1

**Ю Хунчжи** (УрФУ)

АМ Соболев (УрФУ)

Sheng-yuan Liu (Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica)

ДА Ладейщиков (УрФУ)

СЮ Парфёнов (УрФУ)

СВ Салий (УрФУ)

**ALMA view on disk/outflow system in the high-mass star-forming region  
IRAS 18089-1732**

нет аннотации

**НН Шахворостова** (АКЦ ФИАН)

АВ Алакоз (АКЦ ФИАН)

ОС Баяндина (INAF - Osservatorio Astrofisico di Arcetri)

ИЕ Вальтц (АКЦ ФИАН)

АОН Olofsson (OSO, Chalmers University of Technology)

### **Наблюдения мазерного и теплового молекулярного излучения в инфракрасных темных облаках на 20-метровом Онсальском радиотелескопе**

Инфракрасные темные облака (IRDC) содержат молекулярные ядра на различных стадиях активности звездообразования (активные, промежуточные, спокойные), характеризующихся наличием определенных особенностей в ИК диапазоне. Одним из маркеров протозвездной активности внутри IRDC являются метанольные мазеры I класса (с1MM), присутствие которых часто указывает на крупномасштабные потоки вещества, исходящие от массивных протозвезд. Целью данной работы было выявление связи между состоянием активности IRDC и наличием мазерного излучения. На 20-метровом радиотелескопе в Онсале (Швеция) были проведены наблюдения 37 молекулярных ядер в мазерной линии метанола I класса на частоте 44 ГГц, а также в линиях более чем 15 различных молекул, включая CH<sub>3</sub>OH, CH<sub>3</sub>CCH и CS, на частотах 85 и 97 ГГц. Была оценена кинетическая температура газа и плотность молекул на луче зрения. Излучение на частоте 44 ГГц обнаружено в 29 источниках, из них в 4-х источниках - впервые. В так называемых спокойных ядрах излучение с1MM не обнаружено. Получено указание на то, что мазеры с1MM чаще отслеживают ранние стадии звездообразования, характеризующиеся умеренными ИК-признаками. Обнаружена корреляция между плотностью потока с1MM и интегральной интенсивностью линий CH<sub>3</sub>CCH. Кроме того, источники, не показывающие мазерного излучения на 44 ГГц, имеют в 4 раза более низкие интегральные интенсивности линий CH<sub>3</sub>CCH, а также более "бедные" молекулярные спектры, что указывает на наличие связи между мазерами и молекулярным окружением.

**ЮА Щекинов** (Raman Research Institute)

**Вспышки звездообразования в галактиках на  $z > 7$**

В последние несколько лет наблюдения далёкой Вселенной в ближнем ИК диапазоне выявляют всё больше галактик на красном смещении  $z > 7$  с химическим составом МЗС и звёздного населения близким к солнечному. Среди них встречаются галактики с видимым избыточным содержанием пыли: с массовой фракцией пыли к газу  $\sim 0.1$ . Это, вообще говоря, выходит "за рамки" и требует объяснения. В своём сообщении я приведу некоторые результаты, указывающие на возможность вспышек звездообразования в таких галактиках.

**Всероссийская конференция  
Звездообразование  
и  
планетообразование  
Москва, АКЦ ФИАН  
14 – 16 ноября 2023**

**Москва 2023**