

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга
Научный совет по астрономии РАН**

**Всероссийская конференция
Звездообразование
И
планетообразование
Москва, ГАИШ МГУ
17 – 20 ноября 2025**

Научный организационный комитет:

**С.А. Балашев,
Е.О. Васильев,
А.С. Гусев
И.И. Зинченко
М.С. Кирсанова,
К.А. Постнов
Ю.А. Щекинов**

Москва 2025

Программа конференции ¹

17 ноября, понедельник

- 09.30 регистрация
09.50 открытие
10.00 — 13.00 (МС Кирсанова / АВ Алакоз)

мазеры

- 10.00 **ИИ Зинченко**, Метанольные мазеры II класса в области массивной протозвезды S255IR
NIRS3: эволюция и новые мазерные линии
10.30 **СВ Салий**, Излучение на 345.903 ГГц в S255IR — новый мазер метанола класса I?
11.00 **ИИ Агафонова**, Сверхтонкая структура молекулы метанола по результатам наблюдений
метанольных мазеров класса I
11.30 **чай, кофе**
12.00 **АВ Лапинов**, Мониторинг переменности мазеров H₂O и поглощения атмосферы на длине
волны 1.35 см
12.20 **НН Шахворостова**, Природа компактных источников континуума, связанных со вспышками
мазеров H₂O в области звездообразования G25.65+1.05
12.40 — 14.30 **обед (ГЗ МГУ, юридический факультет)**
14.30 — 18.20 (НН Шахворостова / СВ Салий)
14.30 **ПС Созинова**, Наблюдения мазерного излучения H₂O в направлении на яркие метанольные
мазеры I класса
14.50 **ПИ Павлова**, Магнитное пересоединение как причина вспышек мазерного излучения в
массивных молодых звездных объектах

протозвезды и протопланеты

- 15.10 **СА Хайбрахманов**, Численное моделирование вязкой эволюции аккреционных дисков с
крупномасштабным магнитным полем
15.30 **чай, кофе**
16.00 **НС Каргальцева**, Влияние амбиполярной и омической диффузии на магнитное торможение
коллапсирующего протозвездного облака
16.20 **СА Дробчик**, Исследование гравитационной устойчивости протопланетных дисков на основе
статистического анализа их масс
16.40 **ИМ Султанов**, Эволюция магнитного поля в ядрах межзвездных молекулярных волокон
17.00 **НВ Ефимова**, Сильные возмущения в протопланетном диске звезды типа Т Тельца V698 Per
как источник ее сложной фотометрической активности
17.20 *ЭИ Воробьев, О скрытой массе пыли в молодых протопланетных дисках*
17.40 *ЕР Редкин, Выпадение вещества на протопланетный диск в процессе гравитационного
коллапса молекулярного облака*

18:00 обсуждение

¹ курсивом выделены онлайн доклады

ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ И ПЛАНЕТООБРАЗОВАНИЕ

18 ноября, вторник

10.00 — 13.10 (ИИ Зинченко / ВВ Акимкин)

протозвезды и протопланеты

- 10.00 **ВВ Акимкин**, Нестационарный тепловой отклик протопланетного диска на вспышку светимости типа FU Ориона
- 10.20 **ВВ Григорьев**, Моделирование аккреционной активности протопланетного диска вследствие столкновения со струей газа
- 10.40 **ИВ Петрашкевич**, Карты льдов в протозвездах класса 0 в области звездообразования Орион А
- 11.00 **СА Ламзин**, Джет молодой звезды FN Tau
- 11.20 **чай, кофе**
- 11.50 **ЛЕ Пирогов**, Спектральные исследования трех массивных протозвездных ядер с признаками сжатия
- 12.10 **ПМ Землянуха**, Физические параметры ядра L1287 по данным многочастотных спектральных наблюдений.
- 12.30 **АА Фарафонтова**, Сложные органические молекулы как индикаторы горячего газа в RCW 120 YSO S2

12.50 — 14.40 **обед (ГЗ МГУ, юридический факультет)**

14.40 — 18.30 (ЛЕ Пирогов / ПМ Землянуха)

- 14.40 **АГ Пазухин**, Исследование химического состава в нескольких областях образования массивных звезд
- 15.00 **РС Накибов**, Оценка содержания метана в протозвездах по данным JWST
- 15.20 **ЯА Лазовик**, Влияние гидродинамических гравитационных волн на орбитальную эволюцию горячих юпитеров
- 15.40 **АА Бережной**, Химический состав конденсата, образующегося при ударных событиях

астрохимия

- 16.00 **чай, кофе**
- 16.30 **МС Мурга**, Роль каталитических реакций в образовании ароматических молекул в оболочках звезд
- 16.50 **АВ Столяров**, Возможности квантово-химического моделирования спектральных характеристик и путей образования газофазных молекул ПАУ в условиях межзвездной среды
- 17.10 **ВМ Картеева**, Обнаружение закиси азота в межзвездном льду по данным JWST
- 17.30 **МГ Медведев**, Калибровка источника атомарного водорода для астрохимической установки
- 17.50 **МЭ Ожиганов**, *Кислотно-основные свойства анилина в условиях космоса*

18:10 обсуждение

ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ И ПЛАНЕТООБРАЗОВАНИЕ

19 ноября, среда

10.00 — 13.10 (СА Балашев / СЮ Дедиков)

наша галактика

- 10.00 **МС Кирсанова**, OPTIMus – обзор областей образования массивных звезд в оптическом, инфракрасном и миллиметровом диапазонах.
- 10.30 **АС Гусев**, ИК-спектроскопия галактических областей звездообразования на КГО ГАИШ МГУ: возможности, подводные камни, первые результаты
- 10.50 **АИ Сергеева**, Наблюдения и моделирование молекулярного состава окрестностей областей HII Sh2-255 и Sh2-257
- 11.10 **КВ Плакитина**, *Применение методов машинного обучения к задаче классификации областей звездообразования*
- 11.30 **чай, кофе**
- 12.00 **ВВ Бобылев**, Градиент возрастов звезд поперек волны Рэдклиффа и Местного рукава
- 12.30 **НР Ихсанов**, Ограничения на параметры звездообразования в волне Рэдклиффа
- 12.50 **ТА Пермякова**, *Исследование скоплений в области звездообразования G192+0.0*

13.10 — 14.40 **обед (ГЗ МГУ, юридический факультет)**

14.40 — 18.30 (НР Ихсанов / МС Кирсанова)

- 14.40 **СА Балашев**, Результаты обзора MALS: поглощение в линии H α 21см и OH 18см в нашей Галактике в направлении на внегалактические источники
- 15.00 **ИН Никоноров**, Моделирование излучения туманностей быстролетающих пульсаров в атомарных линиях
- 15.20 **СЮ Дедиков**, Рентгеновское излучение и перемешивание металлов в остатках сверхновых
- 15.40 **ЕБ Рыспаева**, Связь между вспышечной активностью и долгосрочными вариациями рентгеновского излучения звезд типа γ Cas
- 16.00 **чай, кофе**
- 16.30 **ЕК Максимова**, Наблюдения мазерного излучения H $_2$ O в красном сверхгиганте VY Canis Majoris
- 16.50 **СА Дроздов**, Как спасти пыль в нагретом газе? Один из рецептов.
- 17.10 **ОП Воробьев**, X-фактор в молекулярном газе с неэффективным перемешиванием тяжелых элементов
- 17.30 **АА Лойко**, Расчет дозы облучения космическими лучами мантий пылевых частиц в молекулярных облаках

радиоастрономия

- 17.50 **ПА Танатова**, Исследование стабильности наведения РТ-22 ПРАО АКЦ ФИАН
- 18.10 **АВ Лапинов**, О концепции развития наземной радиоастрономии РФ

18:30 обсуждение

ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ И ПЛАНЕТООБРАЗОВАНИЕ

20 ноября, четверг

10.00 — 13.10 (АС Гусев / СА Хайбрахманов)

локальные галактики

- 10.00 **ВС Костюк**, Гравитационная неустойчивость и регулярность распределения звездообразования вдоль спиральных рукавов в NGC 628
- 10.20 **КИ Смирнова**, Сравнение областей звездообразования каталогов по данным MUSE в галактике NGC 628
- 10.40 **ИС Прошина**, Ионизованный газ и звездообразование, индуцированное слиянием со спутниками, в галактике NGC 1222
- 11.00 **АД Ярлова**, Межзвездная среда в NGC 2366 — локальном аналоге галактик Green Pea
- 11.20 **чай, кофе**

магнитные поля в галактиках

- 11.50 **ДД Соколов**, Переход между крупномасштабным и мелкомасштабным динамо
- 12.10 **ЕА Михайлов**, Период и амплитуда колебаний крупномасштабных магнитных полей галактик
- 12.30 **ИС Хрыкин**, Измерение магнитных полей в галактиках с помощью быстрых радиовсплесков
- 12.50 **ТТ Хасаева**, Эффективность различных механизмов генерации магнитного поля во внешних областях галактик

13.10 — 14.40 **обед (ГЗ МГУ, юридический факультет)**

14.40 — 16.30 (СА Балашев)

далекие галактики

- 14.40 **ВВ Клименко**, Исследование состава и структуры пыли в далеких нормальных галактиках по наблюдениям спектров квазаров с JWST
- 15.10 **АМ Малиновский**, Проблема фона линий CO при наблюдениях реликтового излучения
- 15.30 **ЮА Щекинов**, Эмиссионные характеристики пыли галактик накануне реионизации: $z > 10$

15:50 обсуждение, закрытие

Список участников

Фамилия	Имя	Отчество	Организация
1. Агафонова	Ирина	Ивановна	ФТИ
2. Акимкин	Виталий	Викторович	ИНАСАН
3. Алакоз	Алексей	Валерьевич	АКЦ
4. Балашев	Сергей	Александрович	ФТИ
5. Бережной	Алексей	Андреевич	ГАИШ
6. Бобылев	Вадим	Вадимович	ГАО
7. Борщева	Екатерина	Владимировна	ИНАСАН
8. Васильев	Евгений	Олегович	АКЦ
9. Вибе	Дмитрий	Зигфридович	ИНАСАН
10. Воробьев	Олег	Павлович	АКЦ
11. Воробьев	Эдуард	Игоревич	ЮФУ
12. Григорьев	Виталий	Валерьевич	КраО
13. Гринин	Владимир	Павлович	ГАО
14. Гусев	Александр	Сергеевич	ГАИШ
15. Дедиков	Святослав	Юрьевич	АКЦ
16. Дробчик	Софья	Алексеевна	СПбГУ
17. Дроздов	Сергей	Александрович	АКЦ
18. Еретнова	Ольга	Викторовна	ЧелГУ
19. Ефимова	Наталья	Владимировна	ГАО
20. Землянуха	Петр	Михайлович	ИПФ
21. Зинченко	Игорь	Иванович	ИПФ
22. Ихсанов	Назар	Робертович	ГАО
23. Каленский	Сергей	Владимирович	АКЦ
24. Камха	Михаил	Михайлович	МГУ
25. Каргальцева	Наталья	Сергеевна	ЧелГУ, УрФУ
26. Картеева	Варвара	Михайловна	УрФУ
27. Кирсанова	Мария	Сергеевна	ИНАСАН
28. Клименко	Вячеслав	Витальевич	USC
29. Костюк	Валерия	Сергеевна	ГАИШ
30. Кочина	Ольга	Валерьевна	ИНАСАН
31. Лазовик	Ярослав	Александрович	ГАИШ
32. Ламзин	Сергей	Анатольевич	ГАИШ
33. Лапинов	Александр	Владимирович	ИПФ
34. Лойко	Анна	Андреевна	ГАИШ
35. Максимова	Елизавета	Константиновна	ГАИШ
36. Максимова	Ломара	Аслановна	УрФУ
37. Малиновский	Александр	Михайлович	АКЦ
38. Медведев	Михаил	Геннадьевич	УрФУ
39. Михайлов	Евгений	Александрович	МГУ, ФИАН
40. Мурга	Мария	Сергеевна	ИНАСАН
41. Накибов	Руслан	Субхиддинович	УрФУ
42. Никоноров	Игорь	Николаевич	ИНАСАН
43. Новиков (мл.)	Игорь	Дмитриевич	ГАИШ
44. Ожиганов	Максим	Эдуардович	УрФУ
45. Павлова	Полина	Игоревна	УрФУ

ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ И ПЛАНЕТООБРАЗОВАНИЕ

46. Пазухин	Андрей	Геннадьевич	ИПФ
47. Пермякова	Татьяна	Александровна	УрФУ
48. Петрашкевич	Игорь	Вячеславович	УрФУ
49. Пилипенко	Сергей	Владимирович	АКЦ
50. Пирогов	Лев	Евгеньевич	ИПФ
51. Плакитина	Каролина	Владимировна	ИНАСАН
52. Постнов	Константин	Александрович	ГАИШ
53. Прошина	Ирина	Сергеевна	ГАИШ
54. Редкин	Евгений	Романович	ЮФУ
55. Рыспаева	Елизавета	Борисовна	КраО
56. Савельева	Наталья	Валерьевна	ИФЗ
57. Сажина	Ольга	Сергеевна	ГАИШ
58. Салий	Светлана	Викторовна	УрФУ
59. Сергеева	Анна	Ивановна	ИНАСАН
60. Смирнова	Ксения	Ильдаровна	УрФУ
61. Смирнова	Полина	Игоревна	Gent Uni
62. Созинова	Полина	Сергеевна	МГУ, АКЦ
63. Соколов	Дмитрий	Дмитриевич	МГУ
64. Столяров	Андрей	Владиславович	МГУ
65. Султанов	Ильяс	Марсович	ЧелГУ
66. Тамбовцева	Лариса	Васильевна	ГАО
67. Танатова	Полина	Александровна	УрФУ
68. Тарасенков	Александр	Николаевич	ИНАСАН
69. Фарафонтова	Анастасия	Александровна	ИНАСАН
70. Хайбрахманов	Сергей	Александрович	СПбГУ
71. Хасаева	Татьяна	Тимуровна	ИТПЗ, МГУ
72. Хрыкин	Илья	Сергеевич	РУСВ
73. Шапошников	Иван	Андреевич	ГАИШ
74. Шахворостова	Надежда	Николаевна	АКЦ
75. Щекинов	Юрий	Андреевич	RRI
76. Юдкевич	Мария	Павловна	МГУ, АКЦ
77. Ярлова	Анастасия	Дмитриевна	ГАИШ

Тезисы докладов

ИИ Агафонова
СА Левшаков

Сверхтонкая структура молекулы метанола по результатам наблюдений метанольных мазеров класса I

Рассматриваются наблюдения метанольных мазеров класса I на частотах 25, 36, 44 и 95 ГГц, проведенные на 100-м телескопе в Эффельсберге и 21-м телескопе KVN. Анализ сдвигов радиальных скоростей между различными мазерными линиями показывает, что в каждом отдельном источнике только одна сверхтонкая (СВ) компонента формирует мазерное излучение и эта компонента меняется от источника к источнику. Сравнение результатов наблюдений с лабораторными измерениями с частично разрешенной СВ структурой (25 ГГц) и с расчетами частот СВ компонент на основе квантово-химических моделей (36, 44 и 95 ГГц) позволяет определить, какая конкретно СВ компонента излучает в данном источнике.

ВВ Акимкин
СИ Лазневой
ЯН Павлюченков
ВБ Ильин
А Кошпал
П Абрахам

Нестационарный тепловой отклик протопланетного диска на вспышку светимости типа FU Ориона

Вспышки светимости молодых звёзд типа FU Ориона оказывают существенное влияние на структуру окружающих их протопланетных дисков. Характерные времена прогрева и остывания диска могут достигать десяти лет, что сравнимо с продолжительностью вспышки, динамическим временем дисков и шкалой их наблюдательного мониторинга. Для изучения эволюции температуры диска, подверженного мощной вспышке светимости, мы провели моделирование нестационарного переноса излучения кодом HURAKAN. Для построения распределений энергии в спектре использовался стационарный код RADMC-3D. Было обнаружено, что на этапе прогрева и остывания диска возникают аномальные градиенты температуры, не характерные для пассивных дисков в стационарном режиме. На фазе нагрева периферийные области диска нагреваются быстрее и становятся горячее, чем более близкие к звезде части диска, что создаёт положительный радиальный градиент температуры. На фазе охлаждения экваториальные слои диска сохраняют тепло дольше, чем его атмосфера, что приводит к отрицательному вертикальному градиенту температуры, что тоже нехарактерно для пассивных дисков в стационарном режиме. Данные результаты необходимо учитывать при интерпретации вспышек светимости молодых звезд.

СА Балашев

Н Гупта

Ю Керп

от имени коллектива проекта MALS

Результаты обзора MALS: поглощение в линии HI 21см и OH 18см в нашей Галактике в направлении на внегалактические источники

В работе представлены результаты систематического поиска абсорбционных линий HI 21см и OH 18см, ассоциируемых с нашей Галактикой, с помощью наблюдений, выполненных на телескопе MeerKAT в рамках обзора MeerKAT Absorption Line Survey (MALS). В 398 полях обзора, центрированных на яркие внегалактические источники, было найдено около 3640 линий поглощения HI – в направлении на 19130 радиоисточника ярче чем 1мЯн на частоте 1.4 ГГц. Показано, что кинематический профиль абсорбционных линий HI хорошо согласуется с эмиссионным профилем, измеренным в том же направлении, что говорит о том, что скорее всего холодная и тёплая фаза МЗС хорошо перемешаны. Используя дополнительные данные о поглощении и температуры пыли в исследуемых направлениях, изучены корреляции между лучевыми концентрациями и этими параметрами. Показано, что температура пыли в направлениях, где идентифицируется линия 21см (а следовательно, холодная фаза МЗС), систематически выше, чем в направлениях, где линия 21см не детектируется. Зависимость частоты идентификации холодной фазы от температуры пыли независимо подтверждается при декомпозиции эмиссионных профилей HI, и, по-видимому, связана с вариациями фона ультрафиолетового излучения. Линия OH 1665 MHz надёжно идентифицирована только в направлении на 18 внегалактических источника. Учитывая достаточно высокий порог чувствительности, характерные лучевые концентрации для идентификаций $\log N(\text{OH}) > 14$ (в см^{-2}). Сравнение оцениваемых лучевых концентраций HI и OH, с моделированием, показывает, что направления, в которых детектируется линия OH скорее всего соответствуют достаточно редким проколам с высокой лучевой концентрацией молекулярного водорода, $\log N(\text{H}_2) > 21$.

АА Березной
ВВ Шувалов
ГВ Белов
АЕ Иванова
С. Wöhler

Химический состав конденсата, образующегося при ударных событиях

Изучен минералогический и химический состав конденсатов, образующихся при столкновениях ударников с силикатными планетами. Исследования проведены в диапазоне скоростей столкновений от 20 до 110 км/с. Рассмотрены ударники – углистые и обыкновенные хондриты, а также кометы. Состав планет принят равным составу Луны и Меркурия. Показано, что при таких столкновениях конденсаты обогащены тугоплавкими элементами Са и Al. Доля ударно-образованных стекол растет с увеличением скорости столкновений. Рассмотрена возможность наблюдательного обнаружения пылевых частиц, образующихся при высокоскоростных ударных событиях во внутренних частях молодых планетных систем.

ВВ Бобылев
АТ Байкова
НР Ихсанов

Градиент возрастов звезд поперек волны Рэдклиффа и Местного рукава

В ряде работ современных авторов из анализа рассеянных звездных скоплений показано, что имеется движение волны Рэдклиффа в сторону галактического антицентра. В этом случае более старые скопления расположены немного ближе к Солнцу, чем молодые. Если такое движение связано с галактической спиральной волной плотности, тогда радиус коротации должен располагаться от Солнца ближе к центру Галактики. В настоящей работе на основе выборки рассеянных скоплений звезд с известными оценками возраста строим их распределение в плоскости $X-Y$ и определяем градиенты возрастов как в сторону галактического центра, так и антицентра.

ОП Воробьев

X-фактор в молекулярном газе с неэффективным перемешиванием тяжелых элементов

При отсутствии эффективного перемешивания в среде возникают и долгое время сохраняются неоднородности в пространственном распределении тяжелых элементов. Локальные вариации элементного состава могут оказывать существенное влияние на химическую эволюцию молекулярного газа. Выполнен численный расчет химической кинетики молекулярного газа для различных значений плотности газа, распространенности углерода и кислорода, внешних факторов среды (потока ультрафиолетового излучения, скорости ионизации космическими лучами и значения коэффициента экстинкции). Показано, что вариации содержания углерода и кислорода заметно изменяют кинетику молекул CO и, следовательно, светимость в молекулярных линиях. При этом концентрация молекулярного водорода слабо зависит от вариаций элементного состава. На основе полученных значений концентрации проведено моделирование излучения CO для основного перехода 115 ГГц и расчет соответствующих значений X-фактора. Обсуждается влияние вариации элементного состава на изменение X-фактора.

ЭИ Воробьев
АМ Скляревский

О скрытой массе пыли в молодых протопланетных дисках

Массы и размеры протопланетных дисков имеют фундаментальное значение для современных теорий формирования планет. Однако их наблюдательные оценки сопряжены с большими неопределенностями, особенно на ранних стадиях эволюции диска, на которых, устанавливаются начальные условия для последующего формирования планет. С использованием трехмерного гидродинамического моделирования протопланетных газопылевых дисков, дополненного переносом теплового излучения пыли, рассчитаны модельные интенсивности излучения молодых протопланетных дисков на разных стадиях эволюции пыли. Затем по модельным интенсивностям были рассчитаны радиусы и массы дисков, используя алгоритм, который часто применяется к реальным протопланетным дискам при наблюдениях с помощью телескопа ALMA. Мы обнаружили, что данная процедура занижает истинную массу пыли, содержащейся в диске, как минимум в несколько раз, в то время как истинный радиус диска восстанавливается с точностью до 50%. Рост пыли влияет на оценку её массы, и для определения истинной массы пыли в диске, при достижении размеров пылинок порядка мм-см, требуется предположение о необычно низкой температуре в диске.

ВВ Григорьев
ТВ Демидова

Моделирование аккреционной активности протопланетного диска вследствие столкновения со струей газа

При помощи трехмерного численного газодинамического моделирования были исследованы процессы аккреции вследствие столкновения массивной газовой струи с протопланетным диском, вращающимся около молодой звезды. Рассмотрено влияние орбитальных параметров струи, а также начальной массы на аккреционные процессы. Обнаружено, что угол наклона орбиты и масса падающего вещества оказывают наиболее сильное влияние на всплеск аккреционной активности. Сравнение зависимости темпа аккреции от времени с наблюдательными кривыми блеска известных представителей звезд типа FU Ori показало заметное сходство этих процессов по энергетике, характерному поведению и временным масштабам.

АС Гусев
МС Кирсанова
АМ Татарников
СГ Желтоухов

ИК-спектроскопия галактических областей звездообразования на КГО ГАИШ МГУ: возможности, подводные камни, первые результаты

Данные спектральных исследований в ближнем ИК-диапазоне (на длинах волн порядка 2 мкм) позволяют получить уникальную информацию о физических и химических свойствах межзвездной среды в областях современного звездообразования. Установленная на 2.5-метровом телескопе КГО ГАИШ МГУ ИК-камера-спектрограф AstroNIRCam является единственным в России и относительно немногочисленным в мире прибором, позволяющим получать спектры в диапазоне 1-2.4 мкм. При этом, обработка и анализ ИК спектров по ряду причин является более сложным процессом, чем оптических, а редукция спектров протяженных объектов является одной из самых методически сложных задач в наземной ИК спектроскопии. В докладе на примере области звездообразования NGC 7538 мы рассмотрим вопросы возможностей ИК-аппаратуры КГО, проблемы и особенности методики обработки ИК спектров, полученных в режиме с длинной щелью, а также первые результаты анализа спектров - физические параметры атомарного водорода в различных частях туманности NGC 7538.

СЮ Дедиков
БМ Шустов
ЕО Васильев

Рентгеновское излучение и перемешивание металлов в остатках сверхновых

Газ в каверне, образованной сверхновой (СН), остается горячим на протяжении нескольких десятков тысяч лет. Этот газ большей частью состоит из выброшенного вещества СН (эжекты), сильно обогащенного металлами. Показано, что после начала адиабатической фазы эволюции остатка СН характер перераспределения металлов заметным образом зависит от степени неоднородности (клочковатости) внешней среды. По мере расширения остатка СН его светимость в рентгеновском диапазоне, в основном, определяется веществом эжекты. Обсуждается связь между эффективностью перемешивания металлов в остатках СН, степенью неоднородности среды и поверхностной яркостью в рентгеновском диапазоне.

СА Дробчик

СА Хайбрахманов

Исследование гравитационной устойчивости протопланетных дисков на основе статистического анализа их масс

В работе представлены результаты статистического исследования масс протопланетных дисков, выполненного на основе выборки объектов по данным обзоров ALMA и VLA. Анализ охватывает 1046 систем, находящихся на различных стадиях эволюции --- от ранних (молодые звездные объекты классов 0/I) до поздних (молодые звездные объекты класса II). # #Для определения того, являются диски гравитационно неустойчивыми или нет, выполнены оценки параметра Тоомре Q , который рассчитывался по наблюдаемым массам пыли и газа. В расчётах приняты следующие значения параметров: радиус диска 100 а.е., температура 20 К, соотношение газ/пыль 100. В результате анализа определено, что 1.3% дисков в выборке являются гравитационно неустойчивыми ($Q < 1$), а 2.3% находятся в состоянии нейтральной устойчивости ($1 \leq Q \leq 2$). Выявлена зависимость между низкими значениями Q и высокими отношениями $M_{\text{диск}}/M_*$. Медианное значение этого отношения составляет 0.0056 для устойчивых дисков ($Q > 2$), 0.086 для нейтральных и 0.26 для неустойчивых систем. Полученные результаты согласуются с теоретическими предсказаниями, согласно которым условие $Q < 1$ требует $M_{\text{диск}}/M_* \gtrsim 0.1$. Большинство неустойчивых дисков сосредоточено в областях активного звездообразования, таких как Облако Ориона, NGC2024, тогда как устойчивые системы преобладают в Верхнем Скорпионе, Змее. В обсуждении рассмотрены систематические неопределённости в определении масс дисков, связанные с эффектами оптической толщины вещества и вариациями соотношения газ/пыль на разных эволюционных стадиях. Учёт указанных факторов позволяет предположить, что реальная распространённость гравитационно неустойчивых дисков может значительно превышать полученную в исследовании оценку.

СА Дроздов
МП Юдкевич

Как спасти пыль в нагретом газе? Один из рецептов

Наблюдаемое количество пыли в ранней Вселенной, где основным источником их производства были сверхновые звёзды, и темпы их разрушения за фронтами ударных волн от таких вспышек сильно не соответствуют друг другу. Чтобы обеспечить лучшее выживание пыли мы в этом докладе обсуждаем, какое влияние будет оказывать испарение пыли на остывание газа, и вследствие этого на время нахождения пыли в агрессивных условиях. Мы рассматриваем пыль с различными начальными распределениями по размерам. Так же мы оцениваем выживаемость пыли при различных начальных параметрах газа, таких как скорость ударной волны и металличность среды.

НВ Ефимова
ВП Гринин
СЮ Шугаров
ОЮ Барсунова

Сильные возмущения в протопланетном диске звезды типа Т Тельца V698 Per как источник ее сложной фотометрической активности

Представлены результаты фотометрического мониторинга классической звезды типа Т Тельца V698 Per в течение 22 лет. Звезда принадлежит молодому скоплению IC 348. Она демонстрирует разномасштабную переменность в оптическом диапазоне, характерную для звезд типа UX Ori. В литературе были опубликованы разные периоды переменности, однако в нашем ряде ни один из них не проявляется. По нашим данным и данным из литературы мы нашли квазипериод ~ 16.7 лет, возможно, связанный с существованием протяженной пылевой структуры на расстоянии порядка 5-6 а.е. от звезды.

ПМ Землянуха

ЛЕ Пирогов

ЕМ Домбек

Физические параметры ядра L1287 по данным многочастотных спектральных наблюдений

Приводятся физические параметры L1287 по данным наблюдений в линиях (1-0) и (3-2) молекул HCO^+ , H^{13}CO^+ , HCN , H^{13}CN . Ранее, по данным в линиях (1-0) тех же молекул, в ядре были обнаружены признаки притока вещества, скорость мало зависит от радиуса. Новые данные с лучшим угловым разрешением позволили уточнить профиль плотности и констатировать наличие признаков вращения некеплеровского характера. При исследовании источника проводилось вписывание в восемь наблюдаемых спектральных карт результатов моделирования переноса излучения со степенными зависимостями плотности, распространенности, температуры, микротурбулентности и систематических движений радиального и тангенциального характера. При вписывании в линиях 3—2 и 1—0 одновременно потребовалось ввести составной профиль плотности с зависимостью $\sim r^{-0.3}$ до 0.1 пк и $\sim r^{-2}$ от 0.1 до 1.5 пк, что, в целом, соответствует профилю радиальной зависимости лучевой концентрации по пыли проекта PPTMAP и фрагментации по данным интерферометрических наблюдений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 24-12-00153 "Исследование процессов звездообразования на различных масштабах".

ИИ Зинченко
СВ Салий
АМ Соболев
ИА Зайчикова

Метанольные мазеры II класса в области массивной протозвезды S255IR NIRS3: эволюция и новые мазерные линии

Представлены результаты дальнейшего исследования мазерного излучения метанола II класса в переходе 14_1 - 14_0 A-+ на частоте 349,1 ГГц, обнаруженном в 2016 году в ядре S255IR-SMA1, содержащем протозвезду NIRS3 массой ~20 масс Солнца, где в 2015 году была зарегистрирована вспышка светимости, обусловленная событием эпизодической аккреции. В 2021 году проведены наблюдения этого объекта на ALMA на самых больших базах, обеспечивающих угловое разрешение ~15 миллисекунд дуги. Мы оценили физические условия в области, откуда исходит мазерное излучение, и в его окрестностях, используя предположительно квазитепловые линии метанола в наших диапазонах и серию линий CH₃CN 19_K - 18_K. Полная плотность потока в линии 14_1 - 14_0 A-+ в 2021 году примерно в два раза выше, чем в 2019 году. Мазерное излучение примерно такой же интенсивности впервые обнаружено в переходе 12_1 - 12_0 A-+ на частоте 336,9 ГГц. Физические условия в мазерных и не мазерных областях схожи. Мазеры, по-видимому, возбуждаются излучением центрального источника. К сожалению, существующие модели не могут адекватно учесть это излучение. Переход 18_{-3}-17_{-4} E на частоте 345,919 ГГц также демонстрирует характеристики мазерного излучения.

Работа поддержана грантом РФФИ 24-12-00153.

НР Иксанов
АТ Байкова
ВВ Бобылев

Ограничения на параметры звездообразования в волне Рэдклиффа

Наблюдаемое распределение молодых звезд в волне Рэдклиффа указывает на присутствие достаточно большого количества этих объектов над и под плоскостью галактического диска. Данный факт накладывает определенные ограничения на возможные сценарии образования первичных неоднородностей в очагах звездообразования. В нашем докладе мы обсуждаем качественную картину образования волны Рэдклиффа в рамках сценария локальных возмущений галактического магнитного поля, вызванных Паркерской неустойчивостью. Мы отмечаем ряд ограничений на этот сценарий и обсуждаем возможности его модификации в свете новых данных, полученных из наблюдений распределения молодых звезд в волне Рэдклиффа.

НС Каргальцева
СА Хайбрахманов

Влияние амбиполярной и омической диффузии на магнитное торможение коллапсирующего протозвездного облака

Выполнено численное двумерное магнитогазодинамическое моделирование коллапса неоднородных протозвездных облаков $1 - 100 M_{\odot}$ вплоть до образования первого ядра и истечений с учетом омической и амбиполярной диффузии в большом диапазоне начальных параметров облака. На основе расчетов проведен анализ степени ионизации в процессе коллапса протозвездного облака. Особое внимание уделяется формированию и эволюции области низкой ионизации – «мертвой» зоны, внутри которой становятся существенны диссипативные эффекты. Исследовано, насколько амбиполярная и омическая диффузии ослабляют интенсивность магнитного поля внутри облака и внутри первичного протозвездного диска, формирующегося в процессе изотермической стадии коллапса. Проведена оценка эффективности магнитного поля внутри иерархической структуры коллапсирующего протозвездного облака. Выполнен анализ притока массы из оболочки на первичный диск в зависимости от начальной массы и магнитной энергии. Обсуждаются наблюдательные проявления первичных дисков и сравнение результатов расчетов с наблюдаемыми кандидатами в первое ядро и молодыми звездными объектами класса 0.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-22-20041).

ВМ Картеева
РС Накибов
ИБ Петрашкевич
МГ Медведев
МЭ Ожиганов
СМ Варлашкина
АИ Васюнин

Обнаружение закиси азота в межзвездном льду по данным JWST

Анализ данных телескопа Джеймса Уэбба для шестнадцати протозвезд класса 0 в области $2260\text{--}2220\text{ см}^{-1}$ позволил впервые надежно обнаружить N_2O в межзвездном льду. Идентификация была осложнена наличием полос поглощения твердой воды и газофазного монооксида углерода. Для обнаружения закиси азота (N_2O) в этих льдах необходимы лабораторные ИК-спектры сравнения. В ходе экспериментов на установке ISEAge (Ice Spectroscopy Experimental Aggregate) были получены десять ИК-спектров с N_2O при температуре 10 К. Наиболее интенсивная полоса поглощения N_2O расположена вблизи 2221 см^{-1} . Установлено, что в смесях с N_2 , CO , CO_2 и CH_3OH эта полоса значительно смещается.

Работа выполнена при поддержке РФФ 23-12-00315.

МС Кирсанова

АВ Моисеев

АМ Татарников

АС Гусев

АД Яровова

ДЗ Вибе

OPTIMus – обзор областей образования массивных звезд в оптическом, инфракрасном и миллиметровом диапазонах

OPTIMus -- это обзор областей образования массивных звезд в оптическом, инфракрасном и миллиметровом диапазонах. В докладе будут представлены результаты фотометрических и спектроскопических наблюдений на телескопах САО РАН и КГО ГАИШ МГУ в оптическом и ИК-диапазонах.

ВВ Клименко
В Кулкарни
М Аллер

Исследование состава и структуры пыли в далеких нормальных галактиках по наблюдениям спектров квазаров с JWST

В работе представлены измерения экстинкции и поглощения пыли в галактиках на красных смещениях $z=0.2-1.2$ в направлениях на далекие квазары, выполненные по наблюдениям в среднем инфракрасном диапазоне с помощью JWST/MIRI MRS. Пыль в окрестностях галактик может вызывать широкие линии поглощения в спектрах квазаров, а также ослабление их излучения вследствие экстинкции. Наблюдения квазаров в ультрафиолетовом и оптическом диапазонах позволяют изучать мелкодисперсную пыль, связанную с ПАУ. Для исследования крупных силикатных частиц необходимы инфракрасные спектры, покрывающие полосы поглощения силикатов на длинах волн 10 и 18 мкм. Ранние наблюдения с помощью спектрографа Spitzer/IRS показали, что инфракрасное поглощение может детектироваться в спектрах квазаров, однако качество этих спектров было недостаточным для детального анализа структуры и состава силикатных частиц. Наблюдения с JWST позволяют получить более надёжные измерения и провести детальный анализ. Сравнение с пылью в межзвёздной среде нашей Галактики показывает, что пыль в далёких галактиках может быть более богата силикатами, состоять из более крупных зёрен и иметь отличающуюся (кристаллическую) структуру.

BC Костюк

АС Гусев

Гравитационная неустойчивость и регулярность распределения звездообразования вдоль спиральных рукавов в NGC 628

Существование регулярных закономерностей в пространственном распределении областей звездообразования вдоль спиральных рукавов было обнаружено достаточно давно, причем не в одной галактике, а в ряде объектов. Хотя природа этого явления кажется достаточно ясной, теоретические модели традиционно предсказывали регулярность на масштабах в несколько килопарсек, значительно превышающих наблюдаемые субкилопарсекковые величины. В данной работе на основе современных данных MUSE и ALMA был изучен механизм гравитационной неустойчивости по отношению к азимутальным возмущениям, который, согласно моделям, способствует фрагментации спиральных рукавов на отдельные сгустки. В ходе исследования были получены распределения параметров гравитационной неустойчивости и длины волны наиболее неустойчивой моды в спиральных рукавах галактики NGC 628. Анализ карты параметра неустойчивости выявил чёткое совпадение между гравитационно неустойчивыми зонами и активными областями звездообразования. Кроме того, был проведён анализ распределения гигантских молекулярных облаков в спиральных рукавах, что позволило обнаружить регулярность с характерным масштабом около 500–600 пк, согласующуюся с ранее зафиксированными закономерностями в расположении областей звездообразования. Было установлено, что длина волны, наиболее неустойчивая к азимутальным возмущениям, имеет медианное значение около 700 пк, что близко к наблюдаемому масштабу регулярности. Этот результат позволил устранить расхождения между теоретически предсказанными и эмпирически наблюдаемыми масштабами регулярности в распределении областей звездообразования.

ЯА Лазовик

Влияние гидродинамических гравитационных волн на орбитальную эволюцию горячих юпитеров

Приливные взаимодействия играют ключевую роль в орбитальной эволюции короткопериодических систем с экзопланетами, вызывая миграцию, выравнивание орбит, синхронизацию и циркуляризацию. До недавнего времени роль диссипации приливных гидродинамических гравитационных волн оставалась недостаточно изученной. В настоящем докладе рассматривается влияние гравитационных волн на миграцию горячих юпитеров. Анализируются два механизма диссипации, характерные для звезд с лучистыми и конвективными ядрами: опрокидывание волн и их преобразование в альфвеновские магнитные волны с последующим затуханием, соответственно. Показано, что эти процессы способны объяснить распределение орбитальных периодов наблюдаемых горячих юпитеров. Полученные результаты свидетельствуют о том, что до 20% горячих юпитеров выпадают на свои звезды до окончания стадии главной последовательности. Определены экзопланеты, для которых наша модель предсказывает наличие орбитальной миграции с темпами, достаточными для ее обнаружения. Наши результаты подчеркивают важнейшее значение гидродинамических гравитационных волн в контексте эволюции популяции горячих юпитеров.

СА Ламзин
МА Бурлак
АВ Додин
АН Жарова
НП Иконникова
БС Сафонов
ИА Страхов

Джет молодой звезды FN Tau

У молодой звезды FN Tau обнаружен джет необычной формы и определены его физические и кинематические параметры. Рассмотрен вопрос о связи джета с переменностью блеска FN Tau в видимом диапазоне на интервале около 100 лет.

АВ Лапинов
ЕА Трофимова
ДА Кондратьева
АК Киселёв
НИ Лапин
ДИ Суворин

Мониторинг переменности мазеров H₂O и поглощения атмосферы на длине волны 1.35 см

Приводятся результаты мониторинга нескольких десятков мазерных источников в линии H₂O, проводившегося при помощи РТ-22 Пушинской радиоастрономической обсерватории АКЦ ФИАН с марта 2023 г. по ноябрь 2025 г. Особое внимание уделяется точности калибровки, а также детальным измерениям поглощения атмосферы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-12-00153, <https://rscf.ru/project/24-12-00153/>.

АВ Лапинов
СМ Бондаренко

О концепции развития наземной радиоастрономии РФ

Дается краткий обзор современного состояния наземной радиоастрономии РФ в сравнении с достижениями и тенденциями развития данной области за рубежом. Обсуждаются пути выхода из сложившейся ситуации с применением новейших разрабатываемых технологий создания антенн мм - субмм диапазонов длин волн.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-12-00153, <https://rscf.ru/project/24-12-00153/>.

АА Лойко
ДЗ Вибе
МС Мурга

Расчет дозы облучения космическими лучами мантий пылевых частиц в молекулярных облаках

Одной из основных современных астрохимических задач является исследование химических процессов в ледяных мантиях космических пылинок и определение их вклада в синтез сложных органических молекул (СОМ). В лабораторных экспериментах неоднократно отмечалось, что синтез органических молекул в астрофизических льдах может стимулироваться частицами высоких энергий — космическими лучами. Чтобы учесть в моделировании результаты этих экспериментов, необходимо соотнести условия эксперимента с реальными условиями в молекулярных облаках. Основным результатом экспериментов является радиохимический выход G , обычно выражаемый в количестве синтезируемых молекул на определенную поглощенную энергию (например, на 100 эВ). Поэтому для ответа на вопрос об эффективности этих реакций в молекулярных облаках необходимо оценить дозу облучения, которую типичная ледяная мантия пылинки получает от космических лучей за время существования молекулярного облака. Мы провели оценочные расчёты такой дозы для различных размеров пылинки и мантии. Для умеренных лучевых концентраций ($10^{22}/\text{см}^2$) величина дозы, накопленной за 1 млн лет, для крупных пылинок составляет порядка 5 ГэВ в расчёте на одну пылинку. При типичном значении радиационного выхода 10^{-5} на эВ это трансформируется в величину около 50000 молекул на пылинку. Для относительного содержания пылинок около 10^{-12} это соответствует лучевой концентрации порядка $5 \cdot 10^{14}/\text{см}^2$, что существенно больше наблюдаемых лучевых концентраций ароматических молекул. Полученные дозы рассчитаны в упрощённом предположении, что вся энергия частицы, поглощённая в мантии пылинки, доступна для химических процессов. Для интеграции данного механизма в общепринятые астрохимические модели эволюции молекул в космической среде требуется более детальная проработка микрофизики процесса.

ЕК Максимова

Наблюдения мазерного излучения H₂O в красном сверхгиганте VY Canis Majoris

В газопылевых оболочках звезд поздних спектральных классов, где физические условия сильно отклоняются от термодинамического равновесия, наблюдаются мазерные источники. Малая ширина и большая интенсивность линий позволяют определить распределение источников по лучевым скоростям и проследить динамику вещества в окрестностях звезды. Эта работа посвящена выделению и предварительному анализу всех компонентов в сложных спектрах H₂O на частоте 22 ГГц в окрестностях красного сверхгиганта VY Canis Majoris, полученных на РТ-22 в Пушинской обсерватории в интервале времени с сентября 2011 по апрель 2014, для дальнейшего их отождествления с мазерными пятнами по данным радиоинтерферометрических наблюдений.

АМ Малиновский
СВ Пилипенко

Проблема фона линий CO при наблюдениях реликтового излучения

Излучение вращательных переходов молекул CO в далеких галактиках создает хаотичный фон с интенсивностью, превышающей 1000 Ян/ср на длине волны около 1 мм. Этот фон будет представлять серьезную проблему при измерении спектральных искажений реликтового излучения, имеющих интенсивность менее 100 Ян/ср. Нами создана модель фона и проанализирован один из способов удаления линий с помощью хорошо известного в радиоастрономии алгоритма CLEAN.

МГ Медведев
МЭ Ожиганов
РС Накибов
ВМ Картеева
ИБ Петрашкевич
АИ Васюнин

Калибровка источника атомарного водорода для астрохимической установки

В экспериментальной астрохимии для моделирования химических процессов на поверхности межзвездной пыли используются различные приборы, воспроизводящие условия приближенные к условиям в областях звездообразования. Такими приборами могут быть источники УФ-излучения, электронные пушки, источники различных радикалов, например атомарного водорода. Источник атомарного водорода (HABS) позволяет изучать важные с точки зрения астрохимии процессы, например образование метанола путем последовательной гидрирования молекулы CO. Для количественного изучения кинетики этих реакций необходима точная калибровка потока атомов водорода на поверхности образца. В данном докладе будет представлена методика калибровки HABS и приведены результаты измерений потоков атомарного водорода в зависимости от различных рабочих параметров источника.

ЕА Михайлов

Период и амплитуда колебаний крупномасштабных магнитных полей галактик

Большое количество спиральных галактик обладают крупномасштабными полями, существование которых подтверждается с помощью измерений мер фарадеевского вращения поляризованных радиоволн. Теоретически их генерация описывается с помощью механизма динамо, который обеспечивает экспоненциальный рост за счет спиральности турбулентных движений и неоднородности угловой скорости. Тем не менее, по мере увеличения поля турбулентность начинает ослабляться, а скорость роста магнитного поля - уменьшается. Принято полагать, что рост поля останавливается при достижении им так называемого равномерного распределения, когда энергии магнитного поля и турбулентных движений становятся равными. Тем не менее, далеко не всегда происходит монотонный выход на стационарный режим. При определенных соотношениях параметров могут возникать колебания, которые имеют период порядка сотен миллионов лет, и достаточно большие амплитуды. При этом, время их затухания может быть достаточно большим, т.е. колебательный режим возможен в том числе и на относительно небольших красных смещениях. В настоящей работе обсуждается возможность возникновения колебаний, делаются оценки их характерных параметров.

МС Мурга
ИВ Логинов
ДЗ Вибе
ДР Федотова
В Красноухов
ИО Антонов

Роль каталитических реакций в образовании ароматических молекул в оболочках звезд

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) широко распространены в межзвёздной среде (МЗС) и играют важную роль в физических и химических процессах, происходящих в ней. Основным местом их образования считаются оболочки звёзд на асимптотической ветви гигантов (АВГ), где условия благоприятствуют росту ПАУ. В то время как газофазные пути образования первого ароматического кольца и последующего роста были тщательно изучены, роль каталитических поверхностей, таких как карбид кремния (SiC) и углеродная пыль, остаётся не до конца ясной. Учёт каталитических реакций может существенно изменить предсказываемые концентрации ПАУ, распределение по размерам и их эволюцию в звёздных средах. В данной работе мы разрабатываем астрохимическую модель для количественного описания образования ПАУ в оболочках звёзд АВГ. Модель объединяет высокотемпературную газофазную реакционную сеть с новыми поверхностными реакциями. Эти каталитические пути включают последовательное присоединение ацетилена (C_2H_2) к пылевым частицам с образованием промежуточных соединений C_4H_4 и C_6H_6 , за которыми следуют циклизация и десорбция бензола (C_6H_6). Кинетические параметры поверхностных реакций определяются с помощью методов молекулярной динамики. Модель самосогласованно связывает химию ПАУ с ростом пыли, рассматривая частицы SiC как центры нуклеации для наращивания углеродного материала (например, ацетилена и ПАУ), а также учитывает динамику коагуляции пыли через систему дифференциальных уравнений. Мы применяем модель к области формирования пыли в оболочке звезды АВГ IRC+10216, учитывая периодические ударные волны, вызванные звёздными пульсациями. Сравнение сценариев с каталитическими поверхностными реакциями и без них показывает, что поверхностная химия усиливает образование ПАУ и изменяет их размерное распределение. Наши результаты подчёркивают необходимость включения каталитических путей в астрохимические модели для повышения точности предсказаний содержания ПАУ в звёздных оболочках.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-22-20104.

РС Накибов
ВМ Картеева
ИВ Петрашкевич
МЭ Ожиганов
МГ Медведев
АИ Васюнин

Оценка содержания метана в протозвездах по данным JWST

Метан является хорошо подтвержденной молекулой в межзвездной среде, обнаруженной как в твердом состоянии в составе ледяных мантий льдов, так и в газообразном состоянии. Это достаточно распространенная в межзвездной среде молекула, прекурсор к более сложным углеродным соединениям и потенциальный биомаркер для экзопланетных исследований. Последний обзор по твердому метану использовал данные телескопа Spitzer, при этом метан был описан единообразно: спектрами метана в водной матрице. Данные более высокого качества для большого количества протозвезд, получаемые на JWST (James Webb Space Telescope), позволяют обновить данные и рассмотреть более подробно пути формирования и окружение метана в межзвездном льду. В докладе будут представлены первые результаты обзора наблюдательных спектров метана в межзвездной среде по данным JWST для протозвезд различных классов: оценки лучевых концентраций и определение молекулярного окружения. Описание наблюдательных данных проводилось с использованием лабораторных ИК-спектров сравнения, полученных на установке ISEAge.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 23-12-00315

ИН Никоноров
МВ Барков
М Лютиков

Моделирование излучения туманностей быстролетающих пульсаров в атомарных линиях

Быстролетающие пульсары в межзвездной среде формируют в ней сильные ударные волны, которые излучают за счет неравновесных атомарных переходов. Эти ударные волны, в частности, наблюдают как $H\alpha$ туманности. Нами был разработан пакет "Шу" для расчёта не-ЛТР карт интенсивности в более чем 150 спектральных линиях, учитывающий направление движения пульсара относительно луча зрения. Были проведены 2D релятивистские гидродинамические моделирования и по ним рассчитаны не-ЛТР карты излучения, отражающие глобальную динамику потоков газа и его детальное ионизационное состояние. Было показано, что несмотря на доминирование излучения в $H\alpha$, потоки в [OIII], [SII] и [NII] могут быть сравнимы с ней в случае относительно медленно движущихся пульсаров. Можно утверждать, что морфология не-ЛТР излучения является чувствительным зондом структур плотности в МЗС на малых масштабах, недоступных для изучения иными методами.

МЭ Ожиганов
ГС Федосеев
МГ Медведев
ВМ Картеева
УА Сапунов
РС Накибов
ИБ Петрашкевич
АИ Васюнин

Кислотно-основные свойства анилина в условиях космоса

В данной работе мы исследуем возможность протекания кислотно-основных реакций между анилином и простыми органическими кислотами (HCOOH , CH_3COOH , HNCO , HCN) в условиях, соответствующих межзвездной среде. Мы создали серию лабораторных льдов, содержащих анилин с этими кислотами, при 10 К и затем разогревали их до 250 К. Образование продуктов реакций исследовали с помощью *in-situ* инфракрасной спектроскопии пропускания. Изотермическая выдержка не вызывала реакцию, что осложнило кинетический анализ. Чтобы преодолеть это, мы осаждали анилин и кислоты в матрицах CO и CO₂ и отслеживали ход реакции во время десорбции матрицы. Этот подход позволил получить верхний предел для энергий активации на основе энергий активации десорбции CO и CO₂. Поскольку анилин служит моделью для всего класса амино-замещенных аренов, мы ожидаем схожую реакционную способность и для других молекул в этом семействе. Протекание таких реакций может играть роль в формировании снеговых линий органических кислот.

Работы выполнена при поддержке госзадания FEUZ-2025-0003

ПИ Павлова
СА Хайбрахманов
АМ Соболев

Магнитное пересоединение как причина вспышек мазерного излучения в массивных молодых звездных объектах

В данной работе исследуется взаимосвязь между наблюдаемой переменностью мазерного излучения и характеристиками магнитных полей в областях образования массивных звезд. Анализируются данные наблюдений мазеров метанола в дисках молодых массивных звездных объектов в областях образования массивных звезд: NGC6334I, G33.641-0.228, G12.89+0.49. Используются данные об интенсивности магнитного поля в областях образования мазеров, полученные на основе измерения зеемановского расщепления мазерных линий. На основе собранных данных оцениваются расстояние от звезды до мазера, радиус магнитосферы и интенсивность магнитного поля на границе этого радиуса. Оценки показывают, что расстояния от звезд до мазеров лежат в диапазоне от 380 до 620 а.е. Значения индукции магнитных полей звезд и дисков на границе магнитосферы сопоставимы и лежат в диапазоне от 590 до 1880 Гс, что указывает на ключевую роль магнитного поля в этих областях. Длительность мазерных вспышек сопоставима с характерным временем магнитного пересоединения на границе магнитосферы молодой звезды. Следовательно, кратковременные вспышки мазерного излучения вблизи молодых массивных звезд могут быть обусловлены процессами магнитного пересоединения. Для проверки этой гипотезы необходимы скоординированные наблюдения областей вспыхивающих мазеров в массивных молодых звездных объектах в инфракрасном и рентгеновском диапазонах.

Работа Хайбрахманова С.А. и Соболева А.М. выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 23-12-00258).

АГ Пазухин
ИИ Зинченко

Исследование химического состава в нескольких областях образования массивных звезд

В работе представлен анализ наблюдений пяти областей звездообразования (L1287, S187, S231, DR 21(OH), NGC 7538), полученных с помощью 30-метрового телескопа IRAM. Данные включают диапазоны длин волн 2 и 3–4 мм. Было обнаружено порядка 30 молекул и их изотопологов, от простых двухатомных до сложных органических молекул (напр., SO, HCN, CH₃CCH, CH₃OH). Были построены карты пространственного распределения молекул и получены оценки лучевых концентраций. Для молекул, у которых наблюдаются несколько переходов, были построены диаграммы населенностей. Средние оценки кинетической температуры составляют 25 К, плотности газа $10^{(5)}$ см⁻³. С помощью пакета UCLCHEM было проведено астрохимическое моделирование для анализа полученных содержаний молекул.

Работа поддержана грантом РФФ 24-12-00153.

ТА Пермякова

Исследование скоплений в области звездообразования G192+0.0

В работе изучается структура, поглощение, фотометрические диаграммы и динамика отдельных скоплений в широких окрестностях области звездообразования, связанной с гигантским молекулярным облаком G192+0.0. На основе данных каталога UKIDSS было обнаружено десять скоплений, шесть из которых являются молодыми погруженными скоплениями. Для всех найденных скоплений определены центры, радиусы и количество звезд. При помощи алгоритма NICEST была получена карта распределения поглощения в регионе. Для пяти областей определены вероятности принадлежности звезд к скоплениям и расстояния до скоплений, оценены индивидуальные покраснения звезд (при помощи Q-метода) и массы скоплений. Дополнительно были определены масса газовой компоненты и эффективность звездообразования в трех рассматриваемых областях. Для них также получена оценка полной энергии систем скопление+газ, чтобы определить, являются ли они гравитационно связанными. При учете массы газа во всей области, два скопления кажутся гравитационно связанными.

ИВ Петрашкевич
РС Накибов
ВМ Картеева
МЭ Ожиганов
АФ Пунанова
ЯН Павлюченков
МГ Медведев
СВ Салий
АИ Васюнин

Карты льдов в протозвездах класса 0 в области звездообразования Орион А

Химический состав на ранних стадиях протозвездной фазы является важной основой для будущих протопланетных дисков и химического состава планетной системы. Молекулярный состав ледяных оболочек различается в разных частях структуры протозвезды, истечениях и внутренней оболочке. В данном исследовании представлены первые карты содержания льда CO₂, OCN-, CO, NH₄⁺, CH₄, H₂CO и CH₃OH по отношению к H₂O для маломассивных одиночных протозвезд класса 0 в области звездообразования Ориона А. В работе использованы наблюдения JWST в направлении HOPS-56, HOPS-60, HOPS-73, HOPS-91, HOPS-96, HOPS-108 спектрографа ближнего инфракрасного диапазона (NIRSpec) и среднего инфракрасного диапазона (MIRI MRS). Мы оценили лучевые концентрации молекул на пыли на основе пиков поглощения в диапазоне от 4,3 до 7,9 мкм. Анализ карт лучевых концентраций подтвердил наличие областей испарения льда в мантиях межзвездных пылевых частиц под воздействием истечения и их увеличение на краях выбросов. Также мы исследовали распределение содержаний вблизи центров интенсивности ALMA континуума.

ЛЕ Пирогов
ЕМ Домбек
СВ Салий
ПМ Землянуха
АФ Пунанова

Спектральные исследования трех массивных протозвездных ядер с признаками сжатия

Приводятся данные наблюдений массивных ядер G268.42-0.85, G328.567-0.535 и G340.969-1.022 в различных молекулярных линиях в диапазонах 244-252 ГГц и 260-268 ГГц. Ядра связаны с областями образования массивных звезд на различных стадиях эволюции и обладают признаками сжатия. С помощью программы SLIM из пакета MADCUBA в приближении ЛТР сделаны оценки лучевых концентраций различных молекул, а также рассчитаны их распространенности. В ядре G268.42 обнаружены эффекты химической дифференциации. Получены оценки плотности газа с помощью не-ЛТР анализа линий метанола, а также оценки других физических параметров ядер. Из сравнения наблюдаемых карт в оптически толстых линиях с модельными сделаны оценки скорости сжатия в ядре G340.969.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 24-12-00153.

КВ Плакитина
МС Кирсанова
АБ Островский
АД Гималиева
СВ Салий

Применение методов машинного обучения к задаче классификации областей звездообразования

Современные астрономические наблюдения обеспечивают исследователей колоссальными объемами данных в различных диапазонах электромагнитного спектра, получаемых с помощью наземных и космических телескопов. Традиционные аналитические методы становятся всё менее эффективными при работе с такими объемами информации. В этом докладе рассматривается применение методов машинного обучения к анализу ИК потоков и молекулярного излучения для классификации молекулярных облаков на разных стадиях эволюции. На основе данных обзора MALT90, проводимого в диапазоне 3 мм и охватывающего плоскость Галактики, исследуются возможности алгоритмов кластеризации и классификации для упрощения задачи идентификации объектов. Полученные результаты показывают, что подходы машинного обучения позволяют эффективно различать молекулярные облака, находящиеся на различных стадиях эволюции: от <<спокойных>> облаков, без активного звездообразования, до областей активного звездообразования, и H II-областей и ФДО. Кроме того, применение машинного обучения позволило предложить вероятную классификацию для ряда молекулярных облаков, которые ранее оставались неклассифицированными.

ИС Прошина
ДВ Опарин
А Аршинова

Ионизованный газ и звездообразование, индуцированное слиянием со спутниками, в галактике NGC 1222

Мы получили узкополосные изображения в эмиссионных линиях $H\alpha$, $[NII]\lambda 6583$ и $[OIII]\lambda 5007$ на 2,5-метровом телескопе Кавказской горной обсерватории (КГО) ГАИШ МГУ с фотометром MaNGaL, которые показали, что ионизованный газ в галактике NGC 1222 сосредоточен в ограниченной области центральной части родительской галактики вблизи восточного спутника и в спутнике к юго-юго-западу от него. Там находятся области звездообразования, которые ионизируют газ. Также мы получили длиннощелевые спектры на 6-метровом телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории РАН в двух позиционных углах, пересекающих большинство областей звездообразования. Мы построили кривые лучевых скоростей для различных компонентов ионизованного газа и выявили кинематические особенности в местах воздействия спутников на газовый диск галактики, подтверждающие их аккреционное происхождение. Мы применили несколько методов оценки содержания кислорода в газе и обнаружили различия в металличности газа в спутнике на юго-юго-западе, в областях звездообразования в центральной части NGC 1222 и в окружающем газе. Поскольку современное звездообразование наблюдается только в ограниченной центральной области NGC 1222 вблизи восточного спутника, а также в спутнике на юго-юго-западе и вдоль его траектории падения, мы заключаем, что локальное звездообразование в обширном газовом диске нейтрального водорода с низкой металличностью было инициировано слиянием около 5 млн лет назад.

ЕР Редкин
ЭИ Воробьев

Выпадение вещества на протопланетный диск в процессе гравитационного коллапса молекулярного облака

Важным этапом численного исследования формирования и эволюции протопланетных дисков является разработка моделей выпадения вещества из коллапсирующего молекулярного облака на протозвезду и диск. В работе проведён анализ модели Nakamoto & Nakagawa (1994) и представлены модификации, дополняющие оригинальную модель. Усовершенствования включают расчёт внешней границы облака и уточнение начального распределения плотности вещества в нём. Кроме того, с учётом ограниченности размеров облака, пересмотрен подход к вычислению темпа выпадения массы на протопланетный диск в процессе коллапса. Предложенные изменения направлены на устранение ключевых ограничений исходной модели, но при этом не затрагивают её достоинств, таких как простота численной реализации. Результаты исследования длительности внедрённой фазы эволюции молодых звёздных объектов (МЗО), проведённого с помощью модифицированной модели, свидетельствуют о более быстром, по сравнению с данными наблюдений, переходе МЗО от класса 0 к классу I и от класса I к классу II, особенно в очагах звездообразования с высокой амплитудой начального возмущения плотности дозвёздной конденсации.

ЕБ Рыспаева

АФ Холтыгин

Связь между вспышечной активностью и долгосрочными вариациями рентгеновского излучения звезд типа γ Cas

К загадочному подклассу звезд типа γ Cas (аналогов γ Cas) относятся одиночные или двойные с маломассивным спутником Be-звезды с особенным рентгеновским излучением. У этих объектов рентгеновская светимость выше, чем у типичных Be-звезд, но ниже, чем у рентгеновских двойных систем с Be-компонентами, а в предположении о полностью тепловой природе рентгеновского излучения звезд типа γ Cas, температура излучающей плазмы должна достигать 10-20 кэВ и даже выше. Рентгеновские наблюдения звезд типа γ Cas проведенные через длительные промежутки времени показали, что в рентгеновских спектрах по крайней мере некоторых объектов присутствуют долгосрочные изменения. Многие авторы объясняют формирование рентгеновского излучения загадочных звезд пересоединением силовых линий локальных магнитных полей звезд и их декреционных дисков. Такое рентгеновского излучение должно состоять из большого числа коротких вспышек (вспышечно-подобных событий, быстрых вспышек). В статье Smith et al. (2012) были обнаружены 1615 вспышечно-подобных событий длительностью до полутора минут в рентгеновских кривых блеска звезды аналога γ Cas HD 110432 (BZ Cru, B0.5IVpe). В настоящей работе сделано предположение о связи числа и мощностей быстрых вспышек с долгосрочными изменениями в рентгеновских спектрах аналогов γ Cas. Для проверки выполнен поиск быстрых вспышек в рентгеновских кривых блеска 5 звезд загадочного подкласса с обнаруженными долгосрочными изменениями в рентгеновских спектрах методом Smith et al. (2012) с нашими корректировками (Рыспаева, 2024), включающий как определение числа вспышек на разных диапазонах энергий, так и их мощностей, продолжительностей. Показано, что снижение рентгеновских потоков в спектрах звезд не всегда ведет к уменьшению чисел и мощностей быстрых вспышек. Это дает основание предположить о наличии дополнительного механизма формирования рентгеновского излучения звезд типа γ Cas.

СВ Салий
АМ Соболев
ИИ Зинченко

Излучение на 345.903 ГГц в S255IR - новый мазер метанола класса I?

В окрестности объекта S255IR NIRS3 исследовано излучение в линиях метанола на 0.9 мм. Получено, что расположение пиков интенсивности излучения на частоте 345.903 ГГц, соответствующего переходу 16_1-15_2 A--, существенно отличается от расположения пиков интенсивности мазерных переходов метанола класса II, но близко к положениям пиков водяных мазеров и дугообразных структур, наблюдаемых в континууме. Обсуждается возможность мазерной, класса I, природы излучения на частоте 345.903 ГГц.

Работа поддержана грантом РФФИ № 23-12-00258.

АИ Сергеева
МС Кирсанова
ДЗ Вибе

Наблюдения и моделирование молекулярного состава окрестностей областей HII Sh2-255 и Sh2-257

Представлены результаты наблюдений линий излучения молекул в направлениях на области HII S255 и S257 и молекулярное облако между ними. Получены лучевые концентрации и обилия молекул C₂H, HCN, OCS, HCS⁺, HN¹³C, HC¹⁸O⁺, ³⁴SO, DCO⁺, CS, C³⁴S, DCN, HNCO, CH₃CCN. Приводится сравнение температур возбуждения различных переходов с температурой пыли и газа. По результатам анализа профилей линий можно предположить наличие у обеих областей HII передней и задней нейтральных стенок, которые движутся относительно друг друга. Представлены предварительные результаты астрохимического моделирования молекулярного состава для областей ионизованного водорода S255-S257 и их окрестностей.

КИ Смирнова
ДЗ Вибе

Сравнение областей звездообразования каталогов по данным MUSE в галактике NGC 628

Исследование посвящено сравнению параметров межзвёздной среды областей HII каталогов Конгю и Гровса для галактики NGC 628. В работе анализируются характеристики областей звездообразования, включая сравнение потоков излучения в диапазонах 7,7 мкм и 21 мкм, а также в линиях $H\alpha$, $H\beta$, OIII и CO, вычисляются кинематические параметры линий и анализируется пространственное распределение областей для обоих каталогов. Результаты исследования показали, что области каталога Гровса демонстрируют более высокую ширину линий по сравнению с каталогом Конгю. Выявлены признаки возможной ошибочной классификации некоторых областей каталога Гровса: существует вероятность, что некоторые из них не являются областями HII, а являются областями ударной ионизации.

ПС Созинова

НН Шахворостова

Наблюдения мазерного излучения H₂O в направлении на яркие метанольные мазеры I класса

В работе представлены результаты наблюдений на однозеркальном радиотелескопе РТ-22 (ПРАО, ФИАН) в мазерной линии водяного пара на 22 ГГц в направлении на яркие метанольные мазеры первого класса. Целью работы являются исследование переменности мазеров водяного пара и сравнение их излучения с излучением метанола первого и второго класса. Наблюдения проводились в три периода с февраля по июнь 2025 года. В результате наблюдений 56 активных областей звездообразования в 29 из них было зафиксировано излучение молекулы водяного пара на частоте 22 ГГц. В большинстве источников прослеживается интенсивная динамика излучения. Некоторые из них (G24.33+0.14, G25.65+1.05, G85.410+0.003, IRAS21078+5211) представляют особый интерес для дальнейших исследований. В процессе сравнения мазеров водяного пара с мазерами метанола была обнаружена корреляция с излучением метанола второго класса на частоте 6.7 ГГц и отсутствие какой-либо корреляции с метанолом первого класса на 44 и 95 ГГц.

ДД Соколов
ЕВ Юшков
ИВ Макарова

Переход между между крупномасштабным и мелкомасштабным динамо

Изучается генерация магнитных полей в турбулентных или конвективных потоках. Выясняется, при каких условиях реализуется механизм самовозбуждения, основанный на эффектах зеркальной асимметрии течения (динамо среднего поля) и когда он сменяется механизмом мелкомасштабного динамо,

АВ Столяров
МВ Венер
ИО Глебов
ВА Терашкевич
ЕА Пазюк
ГА Акимов

Возможности квантово-химического моделирования спектральных характеристик и путей образования газофазных молекул ПАУ в условиях межзвездной среды

На примере литературных и авторских работ обсуждаются преимущества и недостатки квантово-химического расчета спектральных характеристик и путей образования газофазных молекул ПАУ в условиях межзвездной среды по сравнению с лабораторным моделированием аналогичных молекулярных параметров и процессов в земных условиях

ИМ Султанов

СА Хайбрахманов

Эволюции магнитного поля в ядрах межзвездных молекулярных волокон

В работе исследуется магнитное поле в ядрах межзвездных молекулярных волокон. Эволюция магнитного поля в ядрах анализируется на основе результатов численного магнитогазодинамического (МГД) моделирования гравитационной фрагментации цилиндрических молекулярных облаков с продольным магнитным полем. Рассматриваются ядра на краях облака, формирующиеся в результате гравитационной фокусировки, и ядра внутри волокна, образующиеся в результате гравитационной неустойчивости, вызванной малыми возмущениями. В ядрах внутри волокна изначальная геометрия магнитного поля практически не изменяется. На краях волокна линии магнитного поля стягиваются по направлению к центру ядра. Начальный этап коллапса в неравновесных облаках со слабым магнитным полем характеризуются сжатием ядер поперек линий магнитного поля с ростом интенсивности пропорционально плотности. В равновесных облаках с сильным магнитным полем ядра изначально сжимаются вдоль силовых линий без роста интенсивности. В обоих случаях в дальнейшем наблюдается переход к анизотропному квазисферическому сжатию с зависимостью индукции магнитного поля от плотности $B \sim \rho^{1/3}$. Полученные результаты говорят о значительной роли магнитного поля на ранних этапах звездообразования и позволяют интерпретировать наблюдаемые различия между ядрами в соответствующих частях волокон.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 24-22-20041).

ПА Танатова
ПИ Павлова
НН Шахваростова
СВ Салий

Исследование стабильности наведения РТ-22 ПРАО АКЦ ФИАН

Телескоп РТ-22 ПРАО АКЦ ФИАН представляет собой параболическую одиночную антенну диаметром 22 метра. В данный момент телескоп используется для мониторинга мазеров водяного пара в атмосферах звезд и областях звездообразования на частоте 22 ГГц. Для таких задач крайне важно стабильное наведение телескопа. В ходе наблюдений, прошедших с 2 по 11 июля 2025 г., проведены 37 циклов юстировки и оценена стабильность наведения телескопа РТ-22. Среднеквадратичное отклонения позиционирования антенны составило 24.4" по азимуту и 17.1" по высоте. Корреляции смещений со временем суток, изменением температуры и влажности воздуха не выявлено. Но зафиксированы существенные отклонения (до 200" по азимуту и до 160" по высоте) при сильных порывах ветра и боковом нагреве антенны в дневное время. По сравнению с подобным анализом стабильности позиционирования, проведенным А. Лапиновым с коллегами осенью-зимой 2018-2019 гг., в летней серии наблюдений выявлен аномальный характер распределения ошибок с повышенным разбросом по азимуту и значительное количество (19%) экстремальных выбросов. Показано, что при интервалах юстировки более 2 часов ошибки позиционирования приводят к занижению интенсивности объекта на 30-40%. Для получения стабильных результатов рекомендовано проводить юстировку инструмента не реже, чем каждые 60 минут. Авторы благодарят ПРАО АКЦ ФИАН за предоставление инструментальной базы для наблюдений.

Работа С. В. Салий и П. А. Танатовой выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, тема FEUZ-2023-0019.

АА Фарафонтова

МС Кирсанова

Сложные органические молекулы как индикаторы горячего газа в RCW 120 YSO S2

Молекулы CH_3OH , CH_3CN и CH_3CCH являются широко используемыми индикаторами физических условий газа в окрестности молодых массивных звездных объектов. Структура энергетических уровней этих молекул приводит к возникновению в суб- и миллиметровом диапазонах близких по частоте K-компонент или групп, которые можно наблюдать одновременно. В работе мы используем наблюдательные данные для молекул CH_3OH , CH_3CN и CH_3CCH в диапазоне $\sim 203\text{-}261$ ГГц, полученные на радиотелескопе APEX для источника RCW 120 YSO S2. На основе оценок в ЛТР приближении линии CH_3OH , CH_3CN и CH_3CCH были разделены на те, которые возбуждаются в условиях с температурами около 40 К и при температурах около 250 К. Для определения физических параметров по этим молекулам мы использовали байесовский подход с расчетом апостериорных вероятностей на предвычисленной с помощью программы RADEX сетке модельных яркостных температур. Наилучшие значения физических параметров и их неопределенности были определены из апостериорного распределения.

Работа была поддержана грантом РФФ 24-22-00097.

СА Хайбрахманов
АК Орлов

Численное моделирование вязкой эволюции аккреционных дисков с крупномасштабным магнитным полем

В работе представляется численная одномерная модель эволюции аккреционных дисков с остаточным крупномасштабным магнитным полем. Предполагается, что перенос углового момента в диске происходит за счет турбулентных напряжений, а диссипация турбулентности является основным источником нагрева плазмы. Модель основана на решении уравнения вязкой эволюции турбулентного диска с учетом подавления турбулентности в «мертвых» зонах низкой степени ионизации и эффективной диффузии магнитного поля. Магнитное поле диска рассчитывается в стационарном приближении с учетом магнитной амбиполярной диффузии. Коэффициенты модели, в том числе степень ионизации плазмы, рассчитываются с помощью модели Дудорова и Хайбрахманова (2014) в применении к аккреционному диску звезды типа Т Тельца солнечной массы. Нелинейное уравнение вязкой эволюции диска решается с помощью полностью неявной абсолютно устойчивой разностной схемы. Анализ показывает, что вязкая эволюция диска характеризуется различной степенью нелинейности в зависимости от параметров коэффициента поглощения. Холодные газопылевые диски, в которых преобладает поглощение на пылинках с ледяными мантиями, характеризуются максимальной степенью нелинейности и быстрой эволюцией. Горячие газовые диски эволюционируют медленнее, в слабо нелинейном режиме. Во внутренней области диска магнитное поле заморожено в плазму, и его индукция пропорциональна плотности. Внутри «мертвой» зоны, размер которой уменьшается в процессе эволюции диска, интенсивность магнитного поля остается практически постоянной. На периферии диска интенсивность магнитного поля увеличивается с ростом размеров пылевых частиц. Неоднородность распределения магнитного поля в диске и изменение его интенсивности со временем указывают на необходимость рассмотрения различных механизмов переноса углового момента в процессе эволюции аккреционных дисков молодых звезд.

Работа Хайбрахманова С.А., выполнена при финансовой поддержке Фонда развития теоретической физики и математики «Базис» (проект 23-1-3-57-1).

ТТ Хасаева
ЕА Михайлов

Эффективность различных механизмов генерации магнитного поля во внешних областях галактик

В настоящее время существование магнитных полей в ряде космических объектов не вызывает сомнений и подтверждается наблюдениями. О существовании галактического магнитного поля в ряде галактик, как, например, Млечный Путь, свидетельствует фарадеевское вращение плоскости поляризации радиоволн, исходящих от пульсаров [1]. Генерацию такого поля принято объяснять действием механизма динамо. Тем не менее, как правило, как наблюдательные, так и теоретические исследования посвящены полям на расстояниях не более 8-10 кпк от центра галактического диска [2]. В то же время существуют основания полагать, что поля также присутствуют на расстояниях более 15 кпк [3] от центра. Тем не менее, эффективность крупномасштабного динамо в таких областях существенно слабее, а создаваемые поля - меньше. По этой причине можно предположить, что существенный вклад в генерацию полей в периферийных частях галактического диска будут вносить другие механизмы, например, магниторотационная неустойчивость. Кроме того, нельзя отрицать и возможный вклад в генерацию поля таких механизмов как мелкомасштабное динамо, действующее в более мелких турбулентных ячейках. В рамках данной работы исследована эффективность различных механизмов генерации магнитного поля, оценен вклад каждого из них. Кроме того, принимались во внимание особенности строения диска на больших расстояниях от центра, например – его расширение по мере удаления от центра [4].

Список источников

1. Андреасян Р.Р., Михайлов, Е.А., Андреасян А.Р. Структура и особенности формирования инверсий галактического магнитного поля // *Астрономический журнал*. 2020. Т. 97. С.179 – 189.
2. Михайлов Е.А. Спектральное разложение решения задачи о генерации магнитных полей галактик в планарном приближении // *Вестник Московского университета. Сер.3. Физика. Астрономия*. 2020. №5. С.39-44.
3. Mikhailov, E., Kasparova, A., Moss, D. et al. Magnetic fields near the peripheries of galactic discs // *Astronomy and Astrophysics*. 2014. Vol.568: A66.
4. Randriamampandry, T. H., Wang, J., Mogotsi, K. M. The BLUEDISK Survey: Thickness of H I Layers in Gas-rich Spiral Galaxies // *The Astrophysical Journal*. 2021. Vol.916: 1.

ИС	Хрыкин
N	Tejos
JX	Prochaska
A	Mannings
L	Mas-Ribas
K	Nagamine
KG	Lee
B	Gaensler
ZJ	Zhang
L	Bernales-Cortes

Измерение магнитных полей в галактиках с помощью быстрых радиовсплесков

Быстрые радиовсплески (FRB) представляют собой яркие внегалактические миллисекундные радиоимпульсы, чья природа остаётся неизвестной. Несмотря на это, FRB являются уникальным инструментом исследования астрофизических и космологических процессов благодаря характерным мерам дисперсии (DM) и вращения (RM), несущими в себе информацию об ионизованном газе на пути следования сигнала. В настоящей работе выполнен анализ наблюдаемых значений RM для 14 локализованных FRB в диапазоне красных смещений $0.05 < z < 0.5$. На основе этих данных измерена величина магнитного поля, B , в различных галактических средах. Дополнительно оценено среднее относительное содержание барионов в околосгалактической среде (CGM). Для решения этой задачи был составлен каталог галактик, лежащих вдоль луча зрения каждого из 14 FRB (галактики переднего плана), основанный на спектроскопических наблюдениях с помощью VLT/MUSE и данных коллаборации FLIMFLAM. Разработан и применён новый статистический алгоритм, позволяющий сопоставить характеристики отдельных галактических гало с наблюдаемыми значениями RM. Получены первые прямые оценки напряжённости магнитного поля в межзвёздной среде (ISM) родительских галактик FRB ($B_{\text{host_local}}$), в их гало ($B_{\text{host_halo}}$), а также в гало галактик переднего плана ($B_{\text{f/g_halos}}$). Показано, что средняя напряжённость магнитного поля в ISM родительских галактик FRB составляет $B_{\text{host_local}} = 5.44^{+1.13/-0.87} \mu\text{G}$. Установлены верхние пределы для напряженности магнитного поля в гало родительских галактик: $B_{\text{host_halo}} < 4.81 \mu\text{G}$ и в галактических гало переднего плана: $B_{\text{f/g_halos}} < 4.31 \mu\text{G}$. Получена оценка средней относительной концентрации барионов в гало с массами $10 < \log_{10}(M_{\text{halo}} / M_{\odot}) < 13.1 - f_{\text{gas}} = 0.45^{+0.21/-0.19}$. Полученные результаты находятся в согласии с предшествующими оценками напряжённости магнитных полей, полученными другими методами. Показано, что в отличие от предыдущих исследований, не учитывавших вклад гало галактик переднего плана и/или родительских галактик в наблюдаемые значения RM, данный вклад может быть существенным и должен приниматься во внимание при анализе будущих выборок FRB.

НН Шахворостова
АМ Соболев
ДА Ладейщиков
СЮ Парфенов
АА Шагабутдинов,
ШЮ Лю

Природа компактных источников континуума, связанных со вспышками мазеров H₂O в области звездообразования G25.65+1.05

Приведены результаты наблюдений на ALMA в диапазоне 1.3 мм с высоким угловым разрешением массивного молодого звездного объекта G25.65+1.05, демонстрирующего сверхвспышки водяного мазера. Центральный объект в области (MM1) идентифицирован как горячее молекулярное ядро с признаками истечения и возможного диска. Ранее выявленные компактные источники континуума VLA 1A, 1B и 3 не ассоциируются с излучением на 1.3 мм и, по-видимому, являются областями, связанными с ударными волнами. Показано, что область локализации мазерных вспышек отличается развитой турбулентностью, видимой в линии SiO, что указывает на связь между турбулентностью в среде и возникновением вспышек мазерного излучения H₂O.

ЮА Щекинов

Эмиссионные характеристики пыли галактик накануне реионизации: $z > 10$

Один из наиболее ярких и интригующих результатов обсерватории JWST связан с обнаружением "УФ монстров" -- очень ярких в restframe-УФ галактик на $z > 10$. Галактики этого класса обладают достаточно высокой металличностью $[Z] \sim -1.0$, но исключительно малым, почти нулевым, содержанием пыли -- наклон спектра в УФ $\beta < -2.5$. Одной из причин отсутствия пыли называется выдувание пыли либо радиационным давлением, либо ударными волнами в межгалактическую среду. Однако оба сценария требуют определенных условий, которые далеко не всегда реализуются в галактиках на $z > 10$. В частности, высокая плотность газа в таких галактиках ($n \gtrsim 1 \text{e}3/\text{cc}$) и связанное с этим быстрое радиационное остывание локализуют истечения в малой окрестности вокруг центров ЗО. В таких условиях выход газо-пылевых истечений из галактик требует чрезвычайной концентрации ЗО, что не всегда возможно. В сообщении речь будет идти о характеристиках пылевой эмиссии в таких условиях.

АД Ярлова
ИС Герасимов
ОВ Егоров
АВ Моисеев
КИ Васильев
ТА Лозинская

Межзвездная среда в NGC 2366 — локальном аналоге галактик Green Pea

Галактики типа Green Pea — компактные объекты с бурным звездообразованием, найденные на красных смещениях $z \sim 0.2$ — в настоящий момент рассматриваются как локальные аналоги галактик ранней Вселенной, ответственных за ее реионизацию. Их исследование важно для понимания процессов химической эволюции, утечки ионизирующего излучения и взаимодействия массивных звёзд с межзвёздной средой в условиях ранней Вселенной. В рамках настоящей работы проведён химический и кинематический анализ ионизованного газа в галактике NGC 2366 — ближайшем аналоге галактик Green Pea. На основе данных длиннощелевой спектроскопии, полученной на 6-м телескопе БТА САО РАН, с помощью Te-метода было измерено содержание кислорода в 15 HII областях и выявлены локальные вариации металличности. Показано, что область Mrk 71 характеризуется повышенным содержанием кислорода по сравнению с остальными областями галактики, что указывает на локальное обогащение межзвездной среды молодым звездным скоплением. На основе данных 3D-спектроскопии в линии H α , полученных на интерферометре Фабри-Перро, установленном на телескопе БТА, проведен анализ мелкомасштабной кинематики ионизованного газа по всему полю галактики NGC 2366. Выявлено 20 галактических областей с возмущенной кинематикой. Природа найденных источников определялась на основе анализа кинематических, фотометрических и длиннощелевых данных. Мы классифицируем два объекта как новые кандидаты в остатки сверхновых и один — как новый кандидат в звезду Вольфа-Райе.

**Всероссийская конференция
Звездообразование
и
планетообразование
Москва, ГАИШ МГУ
17 – 20 ноября 2025**

Москва 2025