

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Фізичний факультет

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра теоретичної фізики та астрономії

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Еволюція залишків наднової Кассіопея А у
радіодіапазоні»

«Evolution of the supernova Cassiopea A remnant based on the radio-observations»

Виконав: студент денної форми навчання

спеціальність 8.04020601 -астрономія

Горбунов Артем Олександрович

Керівник к.ф.-м.н., доц. Марсакова В. І.

Рецензент к. ф.-м., ст.н.с. Рябов М.І.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

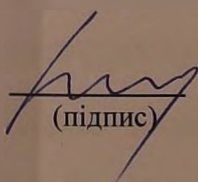
№ 13 від 05. 6 .2017 р.

Захищено на засіданні ЕК № 1

протокол № 6 від 19. 06 .2017 р.

Оцінка відмінно / A / 90
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри


(підпис)

Адамян В.М.

Голова ЕК


(підпис)

Калінчак В.В.

Вступ	4
--------------	----------

Глава 1. Фізика спалахів наднових і їх залишків.

1.1 Класифікація спалахів і формування залишків. Наднові I і II типів.	6
1.2 Типи залишків спалахів наднових.	7
1.3 Механізми і спектри радіовипромінювання залишків наднових .	11
1.4 Теорія вікового зменшення потоків різних типів залишків наднових.	21

Глава 2. Наднова Кассіопея А.

2.1 Загальні характеристики .	24
2.2 Зображення в різних діапазонах електромагнітного спектра .	24
2.3 Природа компактного об'єкта - магнетара в центрі Кассіопеї А .	26
2.4 Результати спостережень вікового зменшення потоку в радіодіапазоні.	
2.4.1 Результати спостережень на міліметрових і сантиметрових хвилях.	27
2.4.2 Результати спостережень на дециметрових хвилях .	28
2.4.3 Результати спостережень на метрових хвилях.	29
2.4.4 Результати спостережень на декаметрових хвилях.	33
2.5 Картографування на різних радіодіапазоні .	38

Глава 3. Моніторинг потоку Cas A на РТ «УРАН - 4» в декаметровому діапазоні.

3.1 Методика проведення спостережень і калібрування вимірювань.	41
3.2 Методика обробки даних вимірювань .	45
3.3 Результати змін відносин потоків Cas A / Cyg A в декаметровому діапазоні на РТ УТР-2, «УРАН-4» і «ГУРТ» .	46
3.4 Варіації потоків Cas A і відносин Cas A / Cyg A під впливом сезонно-добових ефектів .	49
3.5 Варіації потоків Cas A і Cyg A в циклі сонячної активності .	50
3.6 Характер зміни потоків Cas A і Cyg A в умовах екстремальних станів сонячної активності .	52

Глава 4. Загальна картина вікового зменшення потоку CasA.

4.1 Особливості змін потоку в декаметровому діапазоні.	54
4.2 Про природу періодичних процесів зміни потоку .	54

4.3 Про можливий вплив точкового об'єкта магнетара на випромінювання в декаметровому діапазоні.	54
Висновки	56
Література	58

ВСТУП

З самого початку свого розвитку радіоастрономія займалася яскравими радіоджерелами, якими є залишки наднових (ОСН). До запуску космічних, рентгенівських і інфрачервоних обсерваторій довгий час радіоастрономія була єдиним способом вивчення залишків наднових.

Важливою проблемою є відмінність в динаміці зміни потоку ОСН (вікове зменшення) починаючи від міліметрового і закінчуючи метровим діапазоном. Особливо цікавим є декаметровий діапазон, в якому в силу ряду специфічних механізмів випромінювання, поглинання і розсіювання радіохвиль спостерігається істотна відмінність від інших діапазонів довжин хвиль. Тому так важливо проводити систематичні спостереження варіацій потоку Cas A і представляти структуру оболонок в декаметровому діапазоні. Це дає розуміння про взаємодію ОСН з міжзоряним середовищем і роль компактних об'єктів в її динаміці. На відміну від рентгенівських досліджень на космічних телескопах, радіоастрономічні спостереження дозволяють накопичувати інформацію про еволюцію джерела за багато років спостережень.

У той же час отримання детальних зображень в даний час можливе лише в діапазоні сантиметрових і дециметрових хвиль. У перспективі отримання карт радіозображень на метрових і декаметрових хвилях можливо в глобальних радіоастрономічних проектах (Lofar, Alma, EVLA, SKA).

Ймовірно, найкрасивіший і найкраще досліджений молодий залишок утворений над нової SN 1987A у Великій Магеллановій Хмарі, що спалахнула в 1987р. Інші добре відомі залишки наднових, це Крабовидна туманність, залишок відносно недавнього вибуху (1054 рік), залишок над нової Тихо (SN1572), що отримала ім'я на честь Тихо Браге, який спостерігав і зафіксував її первісну яскравість відразу після спалаху в 1572 році, а також залишок над нової Кеплера (SN1604), названої на честь Йоганна Кеплера.

Метою цієї роботи є аналіз результатів моніторингу потоку залишку над нової Кассіопея А (Cas A), отриманих на радіотелескопі «УРАН-4» Радіоастрономічного інституту НАНУ, який був введений в дію в 1987 році,

зіставлення їх з даними, отриманими в інших діапазонах, виявлення чинників впливають на зміну потоку в декаметровом діапазоні.

ВИСНОВКИ

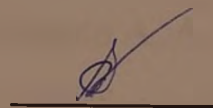
Дана робота присвячена дослідженню еволюції потоку молодого залишку надкової Cas A по проведеним спостереженням в різних радіодіапазоні і даними, отриманими на радіотелескопі «УРАН-4» з 1987 по 2002 на частоті 25 МГц. В основі дослідження лежить аналіз відносини потоку Cas A до близько розташованого стабільному джерелу - радіогалактиками Cyg A. За літературними даними середнє падіння потоку складає від 0.8% (середнє, що спостерігається на різних частотах від 38 МГц і до 2924 МГц) і до 1.7% (теоретичне) на рік. Відповідно на частотах: 81.5 МГц одно $0.71 \pm 0.06\%$, на 151,5 МГц одно $0.78 \pm 0.04\%$, на 290 МГц одно $0.61 \pm 0.03\%$, на 38 МГц одно $0.73 \pm 0.13\%$ (дані значення падіння відносини потоків були приведені на епоху 2005.0). Дослідження ставлення потоків CasA / CygA, побудованого на основі даних отриманих на РТ «УРАН-4» при частоті 25 МГц, показало відсутність помітного падіння потоків в період з 1987-1993гг., А при спільному аналізі з 1987 по 2001.5 проявилася тенденція зменшення потоків на величину 8,4% за весь період спостережень.

Було виявлено вплив сезонно- добового ефекту на изменения щільності потоку пов'язане зі зміною стану іоносфери. Також слід звернути увагу, що спостереження, отриманих на РТ «УРАН-4», потрапляє на періоди максимумів 22-23 циклів сонячної активності, що також призводить до зміни потоку. Особливо сильні зміни потоку спостерігаються під час потужних сонячних спалахів і наступних магнітних бур. Нами було показано: що в декаметровом діапазоні відзначаються значні варіації потоку радіоисточника Cyg A. Цей факт ставить під сумнів його коректне використання для визначення вікового зменшення потоку. Перспективним буде проведення абсолютних вимірювань потоку Cas A на декаметри.

Особливості зміни потоку CasA на декаметрових хвилях імовірно можуть бути пов'язані з впливом точкового компонента в залишку (магнитара)

відкритого космічної рентгенівською обсерваторією «Chandra», який не видно в радіодіапазоні.

З урахуванням всіх вище викладених чинників дослідження унікального об'єкта Cas A набувають особливої перспективу, оскільки дозволять виявити раніше невідомі фактори характеризують особливості його вікового зменшення потоку і тим самим уточнити теорію цього процесу.



Горбунов А.О.

(Підпис автора роботи)

ЛІТЕРАТУРА

1. Rees Nick Comment on the Absolute flux density// Royal Astronomical Society.- 1990.-11p.
2. Viner MR 26.3Mhz radio source survey. I. The absolute flux scale. -1975. - Vol 80, №2. -p. 83-92.
3. Брауде С. Я., Конторович В.М. Радіохвилі розповідають про всесвіт. - Київ: Академперіодика, 2005. - 240с.
- 4.Бовкун В. П., Бубнов І. Н., Жук І. М., Коноваленко А. А.
Еволюція радіовипромінювання залишку наднової Кассіопеї А
по п'ятдесятилітнім спостереженнями поблизу частот 12.6, 14.7, 16.7, 20 і 25 МГц // Радіофізика та радіоастрономія. - 2010. - Т.15, №3.-С. 249-262.
- 5.Віняйкін Е. Н. Еволюція спектра радіовипромінювання
Кассіопеї А за багаторічними спостереженнями. Спостереження на
частотах 290 і 927 МГц // Астрон. ж. - 2007. - Т. 84, №2. - С. 105-114.
6. Галактична і позагалактична радіоастрономія / за редакцією Келлерманн
К. І., Г.Л. Верскера Г.Л. - 1976. - 622с.
7. Краус Дж. Д. Радіоастрономія. - М.: видавництво Соврадіо, 1973.
8. Ленг К. Астрофізичні формули. -М.: Світ, 1978. - т.2. - 383с.
9. Лозинська Т.А. Наднові зірки і зоряний вітер: Взаємодія з газом
Галактики. -М.: Наука, 1986. -304с.
10. Рудницький Г.М. Конспект лекцій з курсу «Радіоастрономія» Нижній
Архиз 2001р. -208с.
11. Вілсон Т. Л, Рольфс К., Хюттемейстер С. Інструменти і методи
радіоастрономії. - М.: Физматлит 2012. -486с.
12. Шкловський І. С. Найновіші зірки. - М.: Наука, 1966. -390с.
- 13.Шкловській І. С. Про можливе віковому зміні потоку та інтенсивності
радіовипромінювання від деяких дискретних джерел // Астрон. ж. -1960. - Т. 37,
№2. - С. 256-264.

14. Інтернет. Релікти оболонки наднових
<http://www.astronet.ru/db/msg/1201870/10.html>
15. Інтернет Архів рентгенівської орбітальної обсерваторії «Chandra»
<http://chandra.harvard.edu/>
16. Рябов М. І. Моніторинг потоків потужних галактичних і позагалактичних радіоджерел на РТ «УРАН-4» ІРА НАНУ за 1987-93гг. і 1999-2001 рр. -вековий хід, активні періоди і залежність від стану сонячної та геомагнітної активності // Міжнародне співробітництво в області астрономії: стан і перспективи. - М, 2002 г. - Тези доповідей. - С.65-66.
17. Вінякін Е.Н Про частотної залежності еволюції радіовипромінювання залишку надгової Кассіопеї А // Астрон. ж. - 2014. - Т.91, №9. - С 720-734.
18. Рябов М.І. Серокурова Н.Г. Результати досліджень відносин потоків CasA / CygA на частоті 25 МГц за період 1987-92 рр. за спостереженнями на РТ УРАН-4 РІАН // В зб. XXVI Радіоастрономічної конференції, Санкт-Петербург, 1995. - С.140-141.
19. Рябов М.І. Серокурова Н.Г. Аналіз модуляцій вікового зменшення потоку CasA на низьких частотах і результати багаторічних спостережень відносини потоків CasA / CygA на РТ «Уран-4» // В зб. XXV Радіоастрономічної конференції, Пушино, 1993. - С.87.
20. Рябов М.І. Галанін В.В. Писаренко Я.В. Редько А.Л. Харченко Т.С. Цесевич В.П. Створення радіотелескопу «УРАН-4» і експериментальні спостереження на ньому // Звіт по темі 1-3.4 №77071000 Деп. в ВІНІТІ №6948964 21 квітня 1981 г.
21. Ryabov MI Serocurova NG On the secular decrease// Astronomical and Astrophysical Trans. -1993. - vol 4. - P.29-32.
22. GG Pavlov, VE Zavlin, B. Aschenbach, J. Trümper, D. Sanwal. The Compact Central Object in Cas A: A Neutron Star with Hot Polar Caps or? // Submitted to The Astrophysical Journal-1999.

23. H. Liszt and R. Lucas. 86 and 140 GHz radiocontinuum maps of the Cassiopeia A SNR // Astron. Astrophys.-1999 № 347.-P 258-265.

24. PL Read. Measurements of the flux density of Cas A38 MHz.// Royal Astronomical Society.- 1977.-P.225-264.