

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
Фізико-математичний факультет  
Кафедра фізики

**Магістерська робота**  
з теми

**«Врахування фізичних явищ і процесів при аналізі результатів  
астрофізичних досліджень»**

Виконала:  
студентка 2 курсу Fb-M17z групи  
спеціальності 014.08  
Середня освіта (Фізика)

**Ларіоник Іванна Іванівна**

Керівник завідувач кафедри фізики,  
кандидат фізико-математичних наук, доцент  
Криськов Ц.А.

Рецензент кандидат педагогічних наук,  
доцент  
Панчук О.П.

## З М І С Т

		Стор
	В С Т У П	4
1	КОРОТКИЙ ОГЛЯД ВСЕСВІТУ	6
1.1	Астрофізичні величини	6
1.2	Відстані	6
1.3	Характерні часи	7
1.4	Характерні значення мас	8
1.5	Нові області астрономії	8
	Висновок розділу 1	14
2	МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ В АСТРОФІЗИЦІ	15
2.1	Оптичні телескопи	15
2.2	Найбільші оптичні телескопи	18
2.3	Проекти майбутніх телескопів	20
2.4	Зоряні інтерферометри	20
2.5	Застосування спектрального аналізу	22
2.6	Приймачі випромінювання	25
2.7	Радіотелескопи	29
3	ВИПРОМІНЮВАННЯ І ПОГЛИНАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ У СЕРЕДОВИЩІ	33
3.1	Джерела випромінювання зір	33
3.2	“Температурна” шкала електромагнітних хвиль	37
3.3	Інтенсивність випромінювання та поверхнева яскравість	39
3.4	Потік випромінювання і зв'язок з інтенсивністю	40
3.5	Густина енергії випромінювання	40
3.6	Поняття спектра	41

3.7	Випромінювання абсолютно чорного тіла	41
3.8	Закон Стефана — Больцмана. Закон Віна. Формула Релея — Джинса	45
3.9	Формула Планка	48
3.10	Перенесення випромінювання в середовищі і формування спектра	48
3.11	Рівняння переносу при наявності поглинання та випромінювання	49
3.12	Розв'язок рівняння переносу для простих випадків	50
3.13	Вплив фізичних явищ і процесів на аналіз спектрів зір	51
	Висновок	55
	Список використаних джерел	56
	Додатки	59

## ВСТУП

Астрофізика – наука, яка виконує дослідження космічних об'єктів та явищ фізичними методами. Вона націлена на створення фізичної картини оточуючого світу, пояснення явищ, вивчення походження й еволюції як окремих астрономічних об'єктів, так і Всесвіту в рамках відомих фізичних законів.

Оскільки прямі контакти наукових приладів з досліджуваними об'єктами практично неможливі, основу астрофізики, як і астрономії, складають спостереження, тобто реєстрація і аналіз випромінювання далеких джерел. Результати спостережень зводяться до відносних або абсолютних вимірювань енергії, яка надходить від джерела чи його окремих частин, в певних інтервалах спектру. Інтерпретація результатів спостережень базується на знанні механізмів випромінювання електромагнітних хвиль та їх взаємодії з речовиною.

Сучасні методи досліджень дають змогу за спектральними особливостями випромінювання визначити склад, температуру і густину середовища, виміряти променеві швидкості джерел і швидкості внутрішніх рухів в них, оцінити відстань до них, в'яснити механізм випромінювання, визначити параметри полів та інші характеристики на основі фізичних теорій та моделей [1,2].

Всесвіт збагатився більш глибоким розумінням природи давно відомих космічних тіл, а також відкриттям нових типів астрономічних об'єктів. Природа деяких з них до цих пір залишається мало зрозумілою. Пізніше почався розвиток нейтринної астрономії, оснований на реєстрації й аналізі нейтринного випромінювання з космосу. На черзі стоїть поява астрономії гравітаційних хвиль, які зареєстровані у 2016 році спостереженням злиття двох пульсарів, а також розвиток уявлень про темну речовину і темну енергію, які, можливо, й обумовлюють прискорене розширення Всесвіту.

Важливою особливістю астрофізики є те, що вона досліджує процеси, які неможливо відтворити у фізичних лабораторіях. Для прикладу, термоядерні реакції в плазмі, яка утримується від розширення власним гравітаційним полем – це досить поширене джерело енергії зір. В астрофізиці досліджуються середовища з екстремально низькою густиною ( $10^{-23}$ – $10^{-25}$ ) кг/м<sup>3</sup> (розріджений міжзоряний і міжгалактичний газ), випромінювання якого можна реєструвати

завдяки їх великим об'ємам. Відмітимо також надзвичайно високі густини речовини (до  $(10^{17}-10^{18})$  кг/м<sup>3</sup> в нейтронних зорях), температури до мільярда градусів (внутрішні області акреційних дисків), ледве наявні і, навпаки, надзвичайно потужні гравітаційні поля, ультрависокі енергії елементарних часток, недосяжні навіть для коллайдерів.

Особливе місце займають магнітні поля, які обумовлюють різні процеси у надрах та атмосфера космічних тіл, впливають на структуру електромагнітного випромінювання, а також відіграють важливу роль у залишках вибуху наднових зір – пульсарах. Все це робить астрофізичні дослідження *актуальними* й неocenimими для вирішення фундаментальних фізичних проблем.

*Об'єктом дослідження* обрані фізичні закони, явища і процеси у Всесвіті.

*Предметом дослідження* є аналіз моделей і гіпотез щодо впливу космічного середовища, гравітаційних, електричних і магнітних полів на електромагнітне випромінювання космічних об'єктів, яке є одним з основних джерел інформації про них.

*Завданням дипломної роботи* є пошук, впорядкування та аналіз наявної інформації щодо формування, випромінювання та поширення електромагнітного випромінювання з урахуванням різноманітних впливів на нього для її використання при вивченні курсів фізики та астрономії як у ВНЗ, так і у школі.

*Метод дослідження* теоретичний.

*Наукова новизна роботи* полягає в аналізі різних підходів у формуванні моделей щодо природи та будови джерел електромагнітного випромінювання у Всесвіті.

*Практичне значення роботи* – формування пакету інформаційних відомостей про космічні об'єкти різної природи з метою використання його у навчальному процесі.

*Характеристика роботи* — теоретична.

Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 59 найменувань. Робота викладена на 88 сторінках друкованого тексту і містить 25 рисунків та 22 графіки.

## ВИСНОВОК

Астрофізика не тільки використовує досягнення земної фізики, а й збагачує останню цінними відомостями про стани речовини, що знаходиться в умовах дуже високих і дуже низьких температур, тисків, щільності, гравітаційних і магнітних полів. Всесвіт як би стає грандіозної космічної лабораторією, де сама природа дає можливість вивчати на основі знань людиною законів фізики поведінку речовини в умовах, що різко відрізняються від земних.

Досягнення астрофізики: виявлення великої різноманітності зір у зоряному світі. Великі успіхи у вивченні зоряних атмосфер, зокрема атмосфери Сонця. Вивчення планет.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Постнов К.А., Засов А.В.. Курс общей астрофизики. М.: Физический факультет МГУ, 2005, 192 с.
2. Сарычев В. Т. Основы астрофизики. Томск, 2007, - 90 с.
3. Климишин І.А. Астрономія від А до Я. (Довідник). Л.: Світ, 2008, -126 с.
4. Климишин І. А. Релятивістська астрономія. М.: Наука, 1983.
5. Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр. М.: Мир, 1990.
6. Новиков И. Д. Эволюция Вселенной. М.: Наука, 1983.
7. В. Ю. Терещук. Красное смещение. Энциклопедия Физики и техники - [www.femto.com.ua](http://www.femto.com.ua).
8. Парадокси Великого вибуху (рос.)
9. G.A. Tammann, B. Reindl, Cosmic Expansion and Ho: A Retro- and Pro-Spective Note
10. G.A. Tammann, The Ups and Downs of the Hubble Constant(англ.)
11. Космологічний калькулятор
12. Агемян Т. А. Звезди, галактики, Метагалактика. Головна редакція фізико-математичної літератури. М.: Наука, 1981.
13. <https://uk.unionpedia.org/>
14. Мицкевич, Н. В. Системы отсчета: описание и интерпретация эффектов релятивистской физики / Н. В. Мицкевич // Итоги науки и техники / Гл. ред. Б. Б. Кадомцев. Научный редактор проф. В. Н. Мельников. — М.: ВИНТИ, 1991. — Т. 3: Сер. Классическая теория поля и теория гравитации. — С. 108—165.
15. Мария-Антуанетта Тонела. «Частоты в общей теории относительности. Теоретические определения и экспериментальные проверки.» // Эйнштейновский сборник 1967 / Отв. ред. И. Е. Тамм и Г. И. Наан. — М.: Наука, 1967. — С. 175–214.
16. Окунь Л. Б., Селиванов К. Г., Телегди В. Л. «Гравитация, фотоны, часы». УФН, 1999, том 169, № 10, с. 1141—1147.
17. Эйнштейновский сборник 1967 (М.: Мир, 1967) Баранов

Б. Г. Гравитационное красное смещение, с. 215

18. Michell, John (1784). On the means of discovering the distance, magnitude etc. of the fixed stars. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 74: 35–57.

doi:10.1098/rstl.1784.0008.

19. Laplace, Pierre-Simon (1796). *The system of the world* (English translation 1809)

20. London: Richard Phillips. с. 366–368.

21. Soldner, Johann Georg von (1804). On the deflection of a light ray from its rectilinear motion, by the attraction of a celestial body at which it nearly passes by.

*Berliner Astronomisches Jahrbuch*: 161–172.

22. Albert Einstein, "Relativity: the Special and General Theory." (@Project Gutenberg).

23. Pound, R.V.; Rebka, G.A.; Jr (1959). Gravitational Red-Shift in Nuclear Resonance. *Phys. Rev. Lett.* 3: 439–441. Bibcode:1959PhRvL...3..439P.

doi:10.1103/physrevlett.3.439.

24. Pound, R.V.; Snider, J.L. (1965). Effect of gravity on gamma radiation. *Phys. Rev. B* 140: 788–803. Bibcode:1965PhRv..140..788P. doi:10.1103/physrev.140.b788.

25. Pound, R.V. "Weighing Photons" (2000). *Classical and Quantum Gravity* 17: 2303–2311. Bibcode:2000CQGra..17.2303P. doi:10.1088/0264-9381/17/12/301

26. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. *Космология и физический вакуум.*—М.:УРСС, 2006. —216 с.

27. Коган Г.С. *Релятивистская астрофизика и физическая космология.*—М.:Красандр, 2011.—376 с.

28. Грин Брайан. *Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски*—М.:УРСС,2005.—288 с.

29. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В., *Космология ранней Вселенной.* —М.: Изд. МГУ, 1988.—199 с.

30. Грин М., Шварц Дж., Виттен Э. *Теория суперструн.*—М.:Мир, 1990.—Т.1.—518 с.

31. Вайнберг С. *Первые три минуты.* —М.: Энергоиздат, 1981. —210 с.

32. Засова В., Постнов К.А. *Общая астрофизика* —М.:Фразино, 2006.—454 с.



33. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной.–М.: Наука, 1975.–736 с.
34. Крамаровский Я. М., Чечев В. Д. Синтез элементов во Вселенной.–М.: Наука, 1987.–160 с.
35. Латыпов Н.Н., Бейлин В.А., Верешков Г.М. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная.–М.: Изд.МГУ,2001.–226 с.
36. Линде А. Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология–М.: Наука, 1990.–276 с.
37. Лукаш В.Н., Михеева Е.В.Физическая космология.–М.:ФМЛ., 2010.–404 с.
38. Яцків Я.С., Александров О.М., Вавилова І.Б.Загальна теорія відносності: випробування часом.К.:ГАОНАН У, 2005.–288с.
39. Кайку Мічіо Гіперпростір.–Л.:Літопис, 2005.–458 с.
40. ХлоповМ.Ю. Основы космомикрoфизики.–М.,2004.–368с.