

ГРАВІТАЦІЙНЕ ЛІНЗУВАННЯ ЯК ПРИРОДНИЙ ТЕЛЕСКОП ВСЕСВІТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто фізичні принципи явища гравітаційного лінзування, що базуються на Загальній теорії відносності Альберта Ейнштейна. Проаналізовано математичні моделі розрахунку кута відхилення світлових променів та радіуса Ейнштейна. Визначено роль гравітаційних лінз як інструменту для дослідження раннього Всесвіту та картування розподілу темної матерії.

Ключові слова: гравітаційне лінзування, простір-час, кільце Ейнштейна, темна матерія, астрофізика.

Abstract

The paper examines the physical principles of gravitational lensing, based on Albert Einstein's General Theory of Relativity. The mathematical models for calculating the angle of deflection of light rays and the Einstein radius are analyzed. The role of gravitational lenses as a tool for studying the early Universe and mapping the distribution of dark matter is determined.

Keywords: gravitational lensing, space-time, Einstein's ring, dark matter, astrophysics.

Вступ

Одним із найдивовижніших передбачень Загальної теорії відносності (ЗТВ) стало те, що гравітація здатна викривляти шлях світла [1]. Масивні космічні об'єкти (галактики, їх скупчення або чорні діри) настільки сильно деформують простір-час навколо себе, що діють на світлові промені подібно до звичайних оптичних лінз [2]. Довгий час це явище вважалося суто теоретичним ефектом, проте з розвитком спостережної астрономії та запусків космічних телескопів гравітаційне лінзування перетворилося на один із найпотужніших практичних методів дослідження далекого космосу [3].

Результати дослідження

В основі фізичного механізму лінзування покладено зміну траєкторії фотонів у гравітаційному полі лінзи. Кут відхилення променя світла θ розраховується за релятивістською формулою [1]:

$$\theta = \frac{(4GM)}{c^2 b}$$

де:

- G — гравітаційна стала;
- M — маса об'єкта-лінзи;
- c — швидкість світла;
- b — прицільний параметр променя.

У випадку, коли джерело світла, масивна лінза та земний спостерігач перебувають на одній оптичній осі, виникає ефект кільцеподібного розмиття зображення фонового об'єкта. Кутовий радіус такого утворення (радіус Ейнштейна θ_E) залежить від розподілу мас та геометрії простору [2]:

$$\theta_E = \sqrt{\frac{4GM}{c^2} \frac{D_{LS}}{D_L D_S}}$$

де:

- D_L — відстань до лінзи;
- D_S — відстань до джерела;
- D_{LS} — відстань між ними.

Приклад практичного виявлення лінзованих об'єктів та деформованих зображень далеких галактик на глибокому знімку космосу (рис. 1).

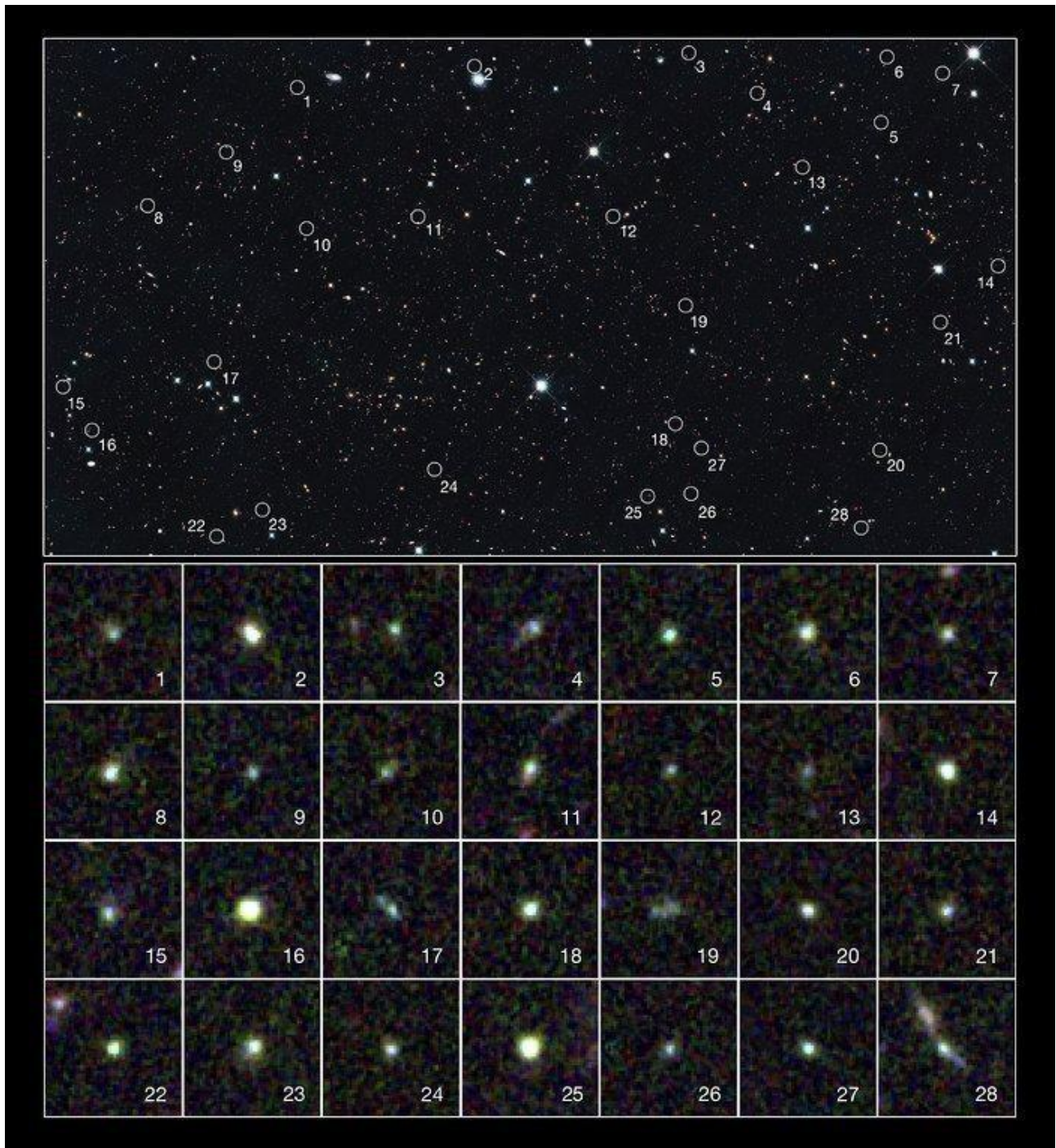


Рис. 1. Результати спостережень лізованих космічних об'єктів.

Висновки

Гравітаційне лізування успішно поєднує фундаментальні релятивістські закони із практичними астрономічними спостереженнями. Воно відкриває унікальні можливості для вивчення еволюції раних галактик та залишається ключовим інструментом для розкриття природи темної матерії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Einstein A. Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field // Science. — 1936. — Vol. 84. — P. 506–507.
2. Schneider P., Ehlers J., Falco E. E. Gravitational Lenses. — Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992. — 560 p.
3. Климишин І. А. Астрофізика: Підручник. — Івано-Франківськ, 2002. — 364 с.

Слободянюк Андрій Володимирович – студент групи ІПІ-256, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: andrijslobodanuk95@gmail.com

Науковий керівник – *Мартинюк Володимир Валерійович*, доцент кафедри загальної фізики

Slobodianiuk Andrii Volodymyrovych – student of group 1PI-25b, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:andrijslobodanuk95@gmail.com

Scientific advisor – ***Martyniuk Volodymyr Valeriyovych***, Associate Professor of the Department of General Physics, VNTU