

# Космическая линза работает в телескопе

Н.Т.Ашимбаева,  
кандидат физико-математических наук  
Москва

Космический телескоп НАСА «Хаббл» позволил увидеть детали открытой в 2010 г. далекой галактики. И произошло это благодаря использованию уникальных свойств естественной линзы — гравитационной. Группа астрономов под руководством Джейн Ригби из Космического центра полетов им.Годдарда НАСА исследовала объект, который может служить одним из самых ярких примеров гравитационного линзирования, — почти 90-градусную дугу в скоплении галактик RCS2 032727-132623. Высокая разрешающая способность аппаратуры в сочетании с «фокусирующим» действием гравитационного поля скопления позволили очень подробно изучить детали, которые ранее не наблюдались.

Эффект гравитационной линзы имеет место в том случае, когда на луче зрения между изучаемым объектом и наблюдателем находится массивный объект (звезда, Солнце, черная дыра, галактика или целое их скопление). Существование гравитационных линз предсказывалось общей теорией относительности Эйнштейна в 1915 г. Впервые линза в космосе была обнаружена в 1979 г., когда нашли двойной квазар QSO 0957+16 А,В. К настоящему времени уже известны десятки гравитационных линз. В гравитационном поле таких массивных тел свет от удаленных объектов испытывает искажения (рис.1). Световые лучи от галактики (показано серыми стрелками) при прохожде-

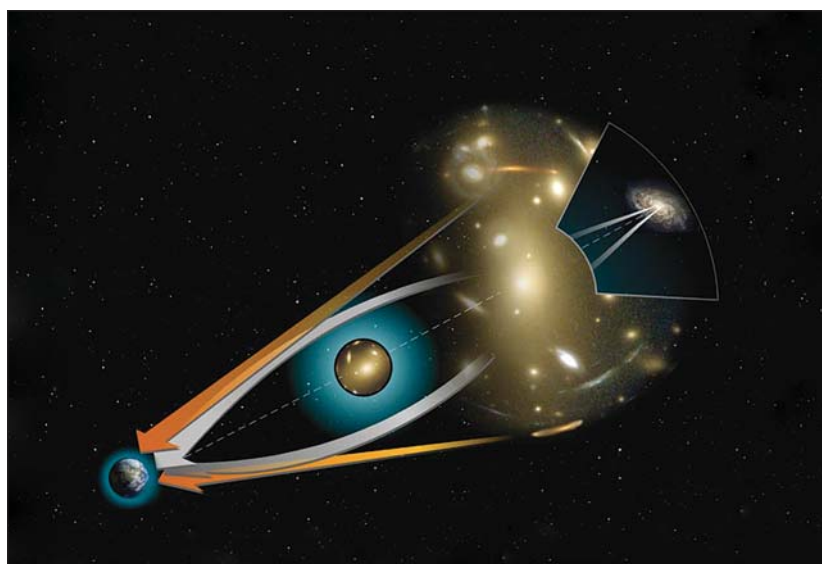


Рис.1. Схематическое изображение космической линзы [3].

нии через скопление масс изгибаются, отклоняются от прямой, и наблюдатель видит источник уже в несколько другом направлении (красные стрелки). При этом происходит искажение первоначального вида галактики: она может вытягиваться, изгибаться в дугу, появляются дополнительные изображения — все зависит от взаимного расположения источника, линзы и наблюдателя. Кроме того, происходит усиление потока, т.е. скопление действует как настоящая увеличительная линза.

Существование такого природного «увеличительного прибора» позволяет увидеть, как происходила эволюция галактик 10 млрд лет назад. Те галактики, которые наблюдаются обычным способом, находятся достаточно близко и в большинстве сво-

ем уже полностью сформированы, звездообразование в них закончено. Для получения информации о ранних годах Вселенной актуально изучение именно удаленных галактик. Но с помощью современных телескопов наблюдать подобные объекты невозможно, так как светимость их мала и они имеют малый угловой размер, который не разрешается имеющимися инструментами. А понять, как происходило образование этих очень молодых галактик, принципиально важно. И здесь гравитационное линзирование может стать хорошим подспорьем.

В 2010 г. появилось сообщение [1] об открытии яркого линзированного источника RCSGA 032727-132609 — гигантской протяженной дуги размером в 38" и дуги меньшего разме-

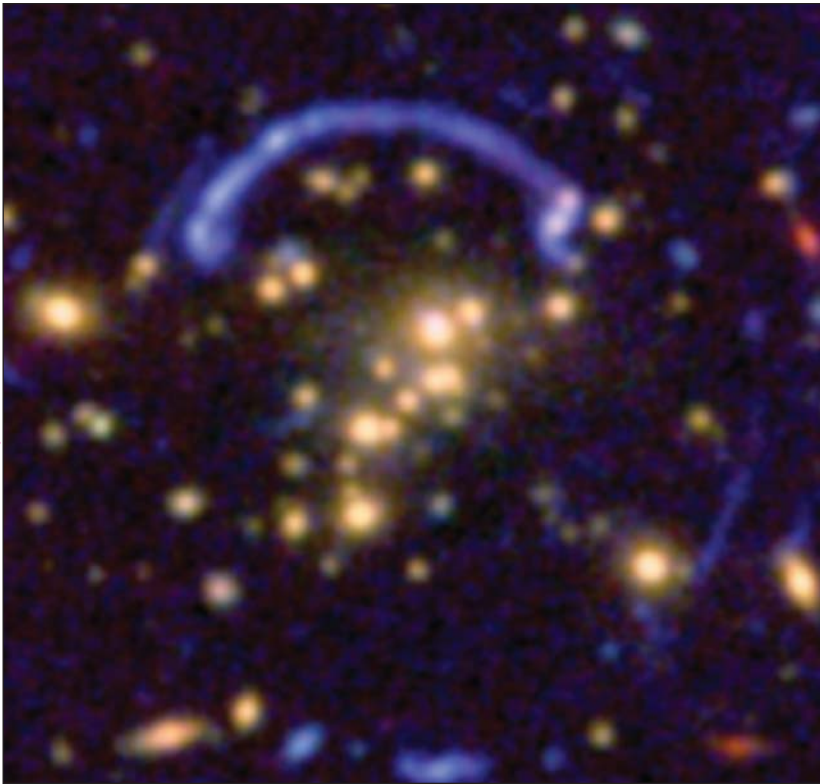


Рис.2. Изображение протяженного линзированного источника RCSGA 032727-132609, представляющее собой композицию изображений в девяти полосах (u, V, g, r, I, z, J, H, K), полученных на пяти телескопах в 2005—2009 гг. Размер поля  $1 \times 1'$  [1].

ра — контробразы. Дуга представляет собой изображение удаленной галактики, которая расположена на расстоянии в 10 млрд св. лет (что соответствует красному смещению  $z = 1.7$ ), искаженное в результате гравитационного линзирования более близким скоплением RCS2 032727-132623 (находящимся на расстоянии  $z = 0.564$ ). По расчетам ученых, яркость этой галактики оказалась в три раза больше, чем у ранее исследованных подобных галактик, что делает ее самым ярким объектом этого класса на сегодняшний день.

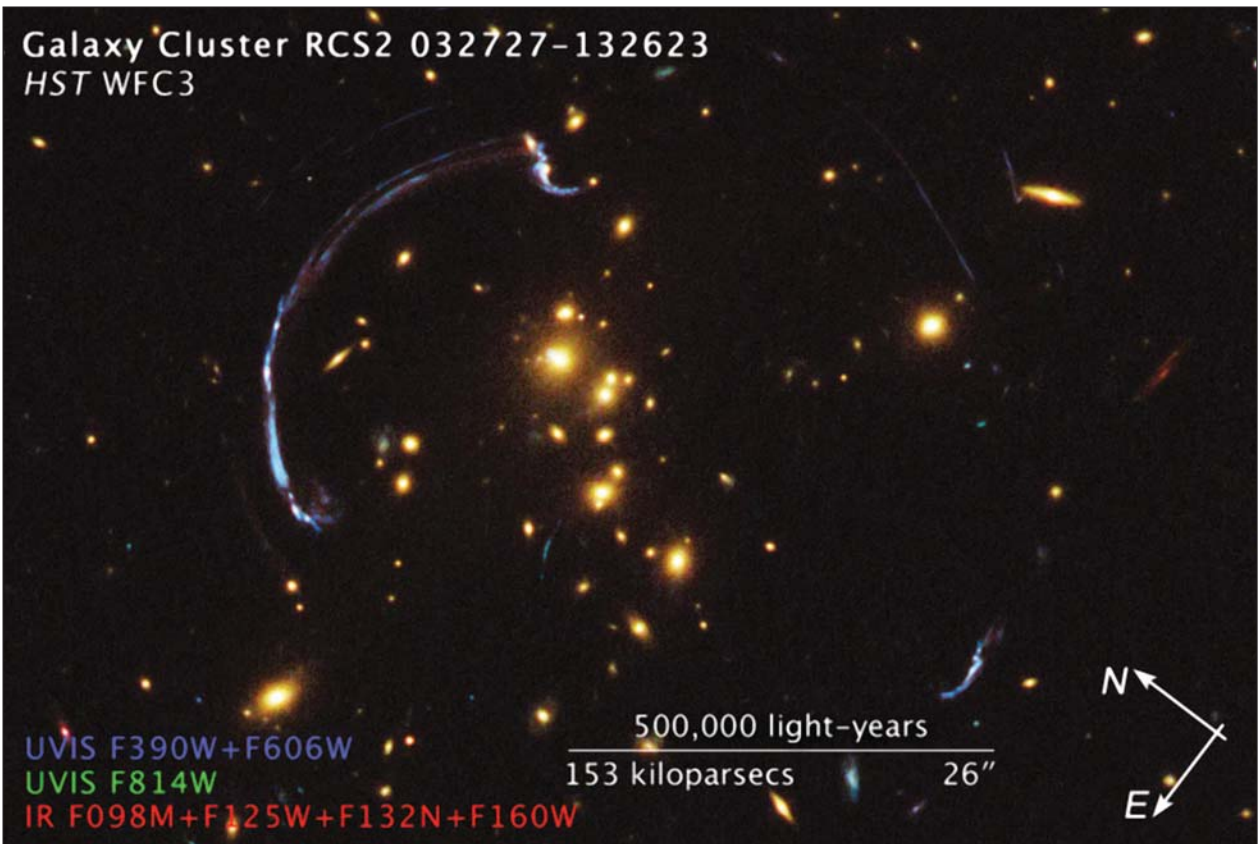


Рис.3. Изображение линзированного источника RCSGA 032727-132609, полученное на телескопе «Хаббл». Нанесен масштаб, цветом выделены изображения в разных фильтрах [3].

Наблюдения проводились на протяжении 2005—2009 гг. на пяти крупных наземных телескопах: 4.1-метровом Южном телескопе для астрофизических исследований (Southern Astrophysical Research Telescope, SOAR) и Очень большом телескопе (Very Large Telescope), расположенных в Чили, камере MegaCam Телескопа Канада—Франция—Гавайи (Canada-France-Hawaii Telescope, CFHT) на Мауна Кеа (Гавайи), телескопах Магеллан-Бааде (Magellan Baade Telescopes) в Чили и 3.5-метровом телескопе обсерватории Апачи-Пойнт (Apache Point Observatory) в Нью-Мексико (США). Изображения получали в девяти спектральных полосах — u, B, g, r, I, z, J, H и K, которые охватывают диапазон длин волн от 365 до 2190 нм, от ультрафиолетовой до ближней инфракрасной областей спектра. На рис.2 представлено комбинированное изображение источника RCSGA 032727-132609 во всех девяти спектральных полосах.

В 2011 г. были проведены наблюдения [2] на телескопе «Хаббл» с использованием Широкоугольной камеры 3 (Wide Field Camera 3), рис.3. Очень хорошо видно, насколько улучшилось качество изображения без влияния атмосферы Земли — разрешение увеличилось по сравнению с наземными наблюдениями примерно в 5 раз (от 0.5'' до 0.1''). Благодаря этому удалось увидеть все создаваемые гравитационной линзой изображения галактики (пять) и их детали. На приведенном снимке обнаружено несколько очень ярких областей звездообразования (чего наземные наблюдения дать не могли).

Задача астрономов состояла в том, чтобы по полученным

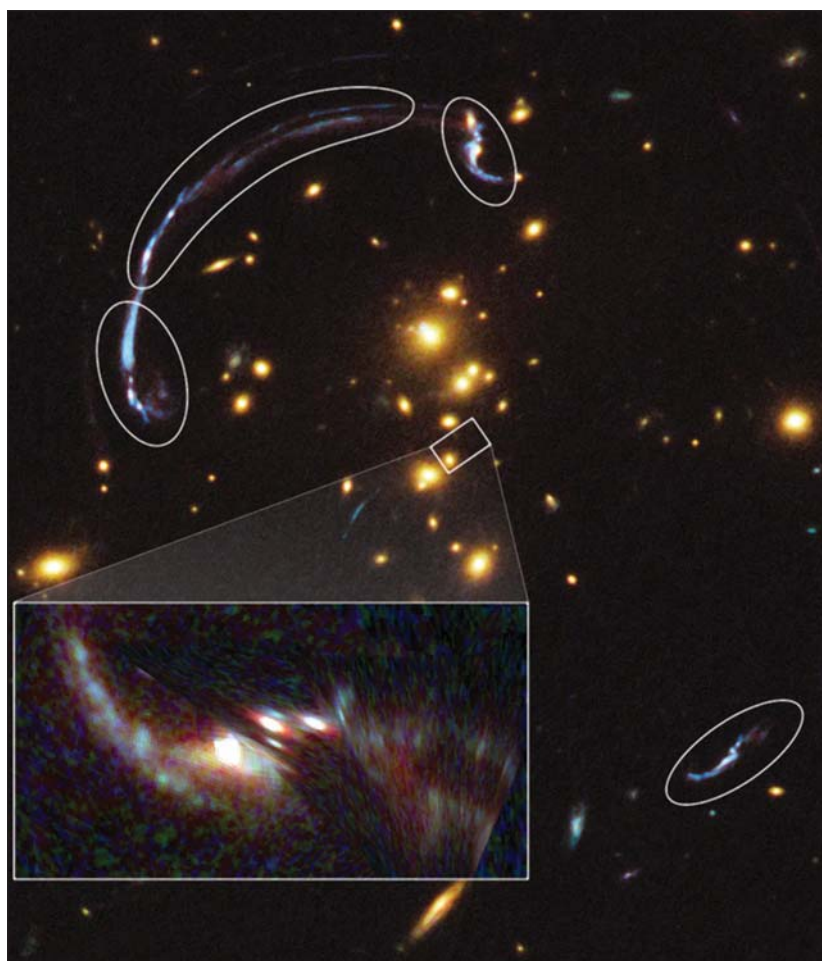


Рис.4. Реконструкция изображения галактики, искаженной гравитационным влиянием скопления галактик [3].

данным восстановить «истинное лицо» галактики. С помощью наземных наблюдений в 2010 г. однозначно решить задачу не удалось. Высокое разрешение телескопа «Хаббл» позволило построить хорошую модель линзы и восстановить изображение галактики (рис.4).

Было найдено, что усиление, создаваемое линзой, составляет около 28 (25 в большой дуге и 3 — в контробразовании). По наблюдениям были выявлены области звездообразования, ко-

торые оказались намного ярче аналогичных участков Млечного Пути. Изучив спектры самых ярких из них (где усиление достигает максимального значения — 42), ученые смогли заглянуть в центральную 100-парсековую область галактики. Далее планируется провести более тщательный анализ этих областей с помощью спектральных исследований, чтобы выяснить причину повышенного темпа звездообразования для галактик на больших красных смещениях. ■

## Литература

1. Wuyts E., Barrientos F., Michael D. et al. A Bright, Spatially Extended Lensed Galaxy at  $z = 1.7$  Behind the Cluster RCS2 032727-132623 // *The Astrophysical Journal*. 2010. V.724. P.1182—1192.
2. Sharon K., Michael D., Gladders Jane R., et al. // *The Astrophysical Journal*. 2012. V.746. P.161, doi:10.1088/0004-637X/746/2/161 (<http://lanl.arxiv.org/abs/1202.0539>).
3. сайт НАСА <http://hubblesite.org>.