

Світ галактик. Квасари

Історія відкриття квазарів.

Слово «квazar» було придумано як скорочення від «квази - зіркове радіоджерело». «Квази - зірковий» означає «схожий на зірку, але не зірка». Зараз астрономи вважають, що квазари – це сама яскрава з різновидів активних галактичних ядер. Уперше квазари виявили в 1960 р. як радіоджерела, що збігаються в оптичному діапазоні зі слабкими зіркоподібними об'єктами.

Радіоастрономи удосконалювали свої методи точного визначення місцезнаходження радіоджерел. Радіоджерело 3C48 начебто збігалось з однією зіркою, не схожою ні на які інші: у її спектрі були присутні яскраві лінії, які не вдавалося співвіднести з жодним з відомих атомів. Потім, в 1962р., ще одна таємнича зірка збіглася з іншим радіоджерелом, 3C 273. Роком пізніше Мартен Шмідт із обсерваторії Маунт Паломар у Каліфорнії довів, що якщо цьому зіркоподібному об'єкту приписати зсув 16%, то його спектр збіжиться зі спектром газоподібного водню. Таке червоне зміщення велике навіть для більшості галактик. Об'єкт 3C 273 виявився не екзотичною зіркою із Чумацького Шляху, а чимсь зовсім іншим, що летить від нас зі швидкістю в 16% швидкості світла. Відстань до цього квазара становить близько 3 млрд. світлового років, а видимий блиск дорівнює 12,6m. Розмір 3C 273 не перевищує одного світлового року. Виявилось, що й інші зіркоподібні радіоджерела, такі як 3C 48, мають більші червоні зсуви. От це-те компактні об'єкти з більшим червоним зсувом, які на фотографіях нагадують зірки, і є квазари.

Теорія тяжіння Ейнштейна затверджує, що світло, проходячи через сильне гравітаційне поле, викривляє свою траєкторію. Квазари демонструють нам цей ефект. Вони рідко виявляються на небі по сусідству один з одним. Але в 1979р. астрономи виявили пару ідентичних квазарів, розташованих дуже близько один до одного. Насправді це виявилися два зображення одного й того ж об'єкта, світло від якого було перекручене гравітаційною лінзою. Де на шляху світла, що йде від цього квазара, перебуває щось дуже щільне і масивне. Тяжіння цього об'єкта й розщеплює світло в подвійне зображення.

Уперше рентгенівське випромінювання від позагалактичного об'єкта було виявлено ще в 1971р. на першому спеціалізованому рентгенівському супутнику "Ухуру", що заклав основи сучасної рентгенівської астрономії. Цим об'єктом позначилася одна з найближчих радіогалактик NGC 4486. Іншим метагалактичним рентгенівським джерелом виявилася яскрава сейфертівська галактика NGC 4151. Не підлягає сумніву, що випромінює активне ядро цієї галактики. Незабаром був виявлений слабкий потік рентгенівського випромінювання й від першого відкритого квазара 3C 273, а також від радіогалактики Лебідь-А.

В 1982 році австралійськими астрономами був відкритий новий квазар, який одержав назву PKS 200-330, у якого виявився рекордний для того часу червоний зсув $Z=3,78$. Це означає, що спектральні лінії астрономічного об'єкта, що віддаляється від нас, у результаті ефекту Доплера мають довжину хвилі, в 3,78рази перевищуючу значення нерухомого джерела світловипромінювання. Відстань до цього квазара, видимого в оптичний телескоп як зірка дев'ятнадцятої величини, становить 12,8 млрд. св.років.

У другій половині 80-х р. було зафіксовано ще трохи найбільш віддалених квазарів, величина червоного зсуву яких уже перевищує 4,0. Таким чином,

радіосигнали, послані цими квазарами тоді, коли ще не була сформована наша Галактика, у тому числі Сонячна система, можна тільки сьогодні зареєструвати на землі. А переборюють ці промені величезну відстань більше 13 млрд. св. років. Ці наступні один за одним астрономічні відкриття були зроблені в ході конкурентної наукової гонки австралійських астрономів з обсерваторії Сайдинг-Спрінг й їхніх американських колег з обсерваторії Маунт-Паломар у Каліфорнії. Сьогодні найвигідніший від нас об'єкт - квазар PC 1158+4635 із червоним зсувом, рівним 4,733. Відстань до нього становить 13,2 млрд. світлових років. Але от у тій же обсерваторії Маунт-Паломар за допомогою 5-метрового телескопа американські зоряні дослідники на чолі з відважним мисливцем за квазарами М. Шмідтом у вересні 1991р. остаточно підтвердили чутки про існування більш далекого від нас астрономічного об'єкта. Величина червоного зсуву рекордно далекого квазара під номером PC 1247+3406 становить 4,897. Здається, далі вже нікуди. Випромінювання цього квазара доходить до найвіддаленішої планети за час, майже рівний віку Всесвіту. Так що новий рекордсмен розташовується, якщо можна так виразитися, на самому краї неосязної й нескінченної у своєму розширенні світобудови.

Квазари. Відкриття квазарів. Відразу ж після Другої світової війни, коли почалося спорудження великих радіотелескопів, астрономи дістали можливість проводити спостереження за всім небом, вимірюючи в кожній ділянці інтенсивність радіохвиль, які надходили з космосу. Так було виявлено кілька сотень осередків, з яких виходило більш-менш сильне радіовипромінювання. Спочатку припускали, що джерелом цього випромінювання є зірки. Однак незабаром стало зрозуміло, що жодне джерело радіовипромінювання не можна ототожнити із зірками. Справді, у радіодіапазоні зірки являють собою "темні" об'єкти. Як і будь-яке тіло з температурою, відмінною від абсолютного нуля, зірки випромінюють не тільки у видимій, але й у довгохвильовій частині спектра (тобто в радіодіапазоні), але в гарячих тіл (а зірки - гарячі тіла) інтенсивність випромінювання в області довгих хвиль мізерно мала порівняно з інтенсивністю випромінювання у видимій частині спектра. Тому випромінюванням зірок у радіодіапазоні, звичайно, можна знехтувати (хоч відомі й винятки - деякі змінні зірки й пульсари). Досить сильне радіовипромінювання також у деяких туманностей (наприклад, у знаменитій Крабовидній туманності). Разом з тим більшість відкритих радіосигналів належить до позагалактичного світу.

Виявилось, що кутові розміри квазарів дуже малі, тому їх можна сплутати з об'єктами, які мають вигляд зірок. Пізніше з'ясувалося, що спектри квазарів не схожі ні на спектри зірок, ні на спектри галактик.

Усі труднощі вдалося подолати в 1962 році, коли одне з неопізнаних радіоджерел закрив Місяць. Виявилось, що це радіоджерело було подвійним, причому складалося воно зі слабкої зірки й "радіовикиду". Тоді ж було ідентифіковано ще кілька радіоджерел із дуже слабкими зірками. Тому ці об'єкти почали називати "квазізоряними радіоджерелами", або "квазарами".

Особливості квазарів. Дослідження спектрів квазарів показало, що їхні лінії дуже сильно зміщені в бік довгих хвиль. Жодна з галактик не виявляла раніше такого червоного зміщення у своєму спектрі. Червоне зміщення в спектрах галактик - наслідок їх взаємного розбігання. Із закону Хаббла випливає, що величина червоного зміщення залежить від відстані до джерела. Цю формулу використовують, визначаючи відстані до галактик.

Виявилося, що квазари віддаляються від нас зі швидкостями, що становлять у середньому $0,8c$, а знаходяться на відстанях близько 1,2 млрд світлових років. Таким чином, щоб подолати відстань від цих об'єктів до нас, світлу потрібні мільярди років. Разом з тим це означає, що сьогодні ми бачимо їх такими, якими вони були мільярди років тому.

У наш час відомо більш як дві тисячі квазарів. Найбільшу потужність, яка перевищує світність Галактики у видимому діапазоні світла в 1000-10000 разів, має квазар 3C273. Оптичне випромінювання цього квазара є надзвичайно нестійким: за період близько одного року його світність змінювалася в десятки й сотні разів. Рекордно швидка змінюваність в одного із квазарів - близько 200с. Це означає, що величина його випромінюючої зони не перевищує 200 світлових секунд, що вдвічі менше, ніж радіус земної орбіти.

Що стосується червоного зміщення квазарів, то тут також є рекордсмени. Найбільше червоне зміщення має величину. Коли значення червоного зміщення більше одиниці, формули, що пов'язують його з швидкістю віддалення джерела і відстанню до нього, уже незастосовні. Справа в тому, що швидкості космологічного віддалення далеких квазарів наближаються до швидкості світла і, крім того, на гігантських відстанях до них виявляються властивості кривизни простору-часу. Тому існує певна невизначеність у розрахунках відстаней до квазарів. Найбільшому червоному зміщенню $Z=3,78$ відповідає відстань 12-16 млрд. світлових років. Світло, яке ми сприймаємо в даний момент, такий квазар випромінював 12-16 млрд. років тому; на той час ні Землі, ні Сонця ще не існувало.

Квазари являють собою зовсім новий тип космічних об'єктів. Тому відкриття квазарів в астрономії можна порівняти з відкриттям нового виду тварин у зоології. Фотопластинка поруч із зображенням квазара фіксує зображення безлічі об'єктів - це галактики. Якщо розраховувати відстані до квазарів так само, як і до галактик, то відстань до квазара 3C278 дорівнює 3 млрд. світлових років/для квазара 3C9 - 12 млрд.світлових років! На таких відстанях звичайну галактику спостерігати неможливо. Знаючи відстань до квазара і його видиму зоряну величину, неважко розрахувати світність квазарів. Вона виявилася фантастичною. Астрономи були вражені: об'єкт, який за зовнішнім виглядом нічим не відрізняється від зірки, випромінює в сто разів більше енергії, ніж уся наша Галактика з її 150 мільярдами зірок. Але подив зріс ще більше, коли було виявлено змінність квазарів, а завдяки їм - їхні розміри. Виявилося, що розміри ці не такі й великі - вони, як правило, не перевищують декілька світлових днів.

Гіпотези про походження квазарів. Після того, як було відкрито квазари, багато з них вдалося знайти і на старих знімках, зроблених десятки років тому. Вивчаючи ці старі негативи, астрономи помітили, що з 1896 по 1963 р. видима яскравість квазара 3C273 коливалася в межах $0,7$ зоряної величини. З'ясувалося, що світність квазарів може помітно змінюватися не тільки протягом років, але і протягом кількох днів. Звідси випливає, що квазари ні в якому разі не можуть бути галактиками.

Справді, будь-який процес поширюється зі швидкістю, яка не може перевищувати швидкості світла. І якщо в якій-небудь частині галактики почався процес, який спричинює підвищене випромінювання, то він пошириться на всю галактику тільки через тисячі років. Але ж всі зірки галактики не можуть за командою і без жодного фізичного зв'язку одна з одною раптом зменшити чи збільшити свою яскравість. Отже, поперечники деяких квазарів не більші за кілька світлових днів.

Вдалося з'ясувати деталі будови деяких квазарів. Дослідження їхніх спектрів показують, що, принаймні, зовнішня частина цих об'єктів являє собою гарячий газ. Цей газ рухається в усіх напрямках зі швидкістю дві - три тисячі кілометрів на секунду. Однак при цьому він продовжує огортати ядро квазара, яке дає неперервний спектр. Це означає, що сила тяжіння, яка утримує газ, дуже велика, і маса центральної частини квазара ніяк не менша за мільйон сонячних мас. На деяких знімках видно туманності, що огортають квазари.

Квазари мають дуже сильне ультрафіолетове випромінювання. В усіх діапазонах електромагнітного випромінювання - і у видимому, і в невидимому - квазари є наймогутнішими випромінювачами в космосі. За такого марнотратства життя квазара чи, точніше кажучи, стадія квазара в житті якогось небесного об'єкта не може бути довгою. Час їхнього життя становить близько кількох мільйонів років. Отже, відомі розміри квазарів, вдалося дещо з'ясувати про їх будову й навіть визначити приблизно тривалість їх життя. Однак це не означає, що природу квазарів уже вдалося пояснити. Десятки гіпотез щодо їх походження конкурують між собою.

За однією з них, квазар - серія одночасних вибухів величезної кількості наднових зірок. У центральних частинах галактик, де зірки розташовані набагато густіше, ніж в околицях Сонця, вибух однієї надрової може спричинити вибух найближчих зірок. Тобто може відбутися щось на зразок детонації чи ланцюгової реакції. Достатньо переконливих доказів на користь цієї теорії поки що немає.

Не так давно астрофізики звернули увагу на дивні блакитнуваті зірочки з різко посиленою ультрафіолетовою частиною спектра. З'ясувалося, що це зовсім не зірочки, а позагалактичні тіла, які випромінюють світло настільки ж марнотратно, як і квазари. Як і квазари, за розмірами вони невеликі. Відрізняються від квазарів ці об'єкти тим, що не мають якогось помітного радіовипромінювання. Ці об'єкти дістали назву квазігалактик, або квазагів. Не виключено, що кожен квазаг на якийсь час стає квазаром, тобто надпотужним джерелом космічного радіовипромінювання.

Ще одна гіпотеза припускає, що квазари - це залишки того надважкого Прототіла, вибух якого 15-18 мільярдів років тому призвів до утворення Всесвіту. За цією гіпотезою, кожен квазар схожий на розширений Всесвіт у мініатюрі. Ще одна гіпотеза: квазари - це звичайні галактики, але вони мають підвищену яскравість, тому що між ними і Землею знаходяться гравітаційні лінзи. Оскільки відстані до квазарів становлять мільярди світлових років, то явища, пов'язані з ними, сягають часів Великого Вибуху. Отже, віддаляючись у минуле, ми зустрічаємо об'єкти з усе більшим енерговиділенням.

Корисні посилання:

1. [Астрономія: підруч. для 11 класу \(рівень стандарту\) В.Д. Сиротюк, Ю.Б. Мирошніченко](#)

Додаткові відео з теми:

1. [Як квазари "вирішують долю" галактик. Космічні бурі\(відео\)](#)
2. [Квазари. Природа яскравості та потужності. Еволюція розуміння природи квазарів.\(відео\)](#)