

**ІЗОТОВ**

Юрій Іванович — академік НАН України, завідувач відділу фізики зір і галактик Головної астрономічної обсерваторії НАН України

ДОСЛІДЖЕННЯ НАУКОВЦІВ ГАО НАН УКРАЇНИ ЗІ СПОСТЕРЕЖНОЇ КОСМОЛОГІЇ НА КОСМІЧНОМУ ТЕЛЕСКОПІ ХАББЛА: 2015 РІК

Шановні учасники зборів!

У своєму виступі я розповім про результати фундаментальних досліджень науковців Головної астрономічної обсерваторії (ГАО) НАН України у звітному, 2015 році, які виконувалися з використанням космічного телескопа Хаббла.

У 2015 р. виповнилося 25 років з того часу, як на орбіту навколо Землі було виведено космічний телескоп з діаметром дзеркала 2,4 м. Його названо на честь видатного американського астронома Едвіна Хаббла, який у 1929 р. відкрив загальне розбігання галактик і розширення Всесвіту. Космічний телескоп Хаббла є найвідомішим телескопом сучасності. Запуск його можна порівняти хіба що з іншою видатною подією в історії астрономії, яка сталася в 1609 р., коли Галілео Галілей уперше спрямував на небо сконструйований ним телескоп з діаметром лінзи 2,5 см і зробив чотири фундаментальних відкриття — фази Венери, супутники Юпітера, кратери на Місяці і плями на Сонці. З нагоди 400-річчя перших спостережень за допомогою телескопа 2009 рік було оголошено Міжнародним роком астрономії.

Космічний телескоп Хаббла має три головні переваги порівняно з усіма іншими телескопами. По-перше, на ньому можна отримати найчіткіші зображення, які дають змогу, наприклад, зареєструвати рух окремих планет навколо інших зір (рис. 1) або дослідити окремі зорі в інших галактиках.

Другою перевагою космічного телескопа Хаббла є те, що він дозволяє досліджувати ультрафіолетове випромінювання від небесних тіл. Це випромінювання поглинається атмосферою Землі і тому його не можливо вивчати з поверхні нашої планети. Космічний телескоп Хаббла — єдиний не лише на сьогодні, а й на найближче майбутнє телескоп, який дає змогу проводити дослідження УФ-випромінювання астрономічних об'єктів.

Нарешті, третьою перевагою космічного телескопа Хаббла є те, що за його допомогою можна досліджувати далеке минуле, коли вік Всесвіту становив лише 400 млн років.

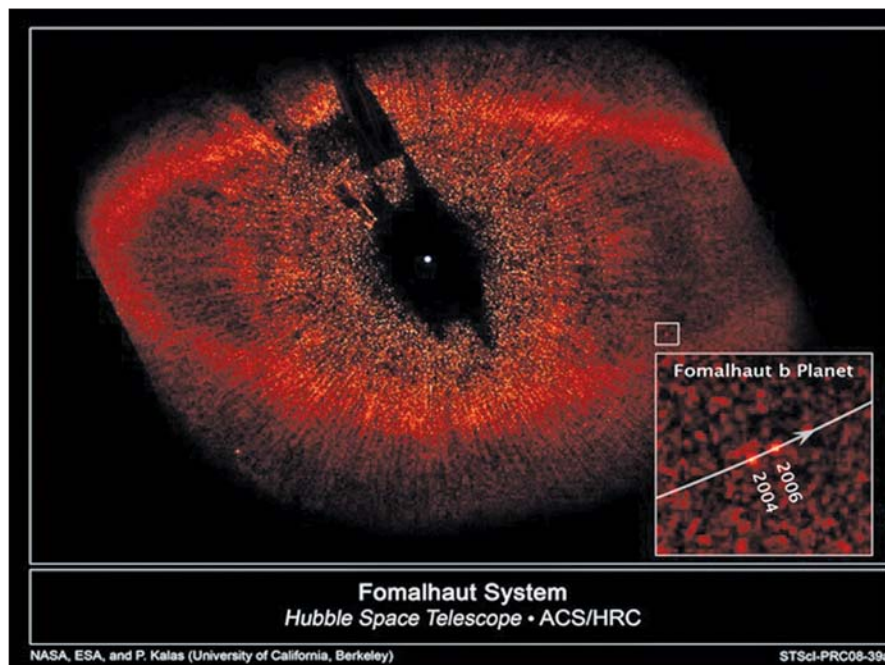


Рис. 1. Зображення з космічного телескопа Хаббла, за яким було встановлено рух планети навколо зорі

Спостереження на космічному телескопі Хаббла безкоштовні, але проводяться за конкурсом, конкуренція в якому дуже висока — у середньому лише одну з десяти програм приймають для спостережень.

Загалом за 25 років спостережень на космічному телескопі Хаббла було опубліковано понад 11 тис. наукових статей у провідних журналах світу, тобто щодня з'являлася одна публікація. Ці роботи мають більш як 400 тис. цитувань, або понад 35 цитувань на кожну публікацію. У цьому світовому науковому доробку є також внесок науковців відділу фізики зір і галактик ГАО НАН України, які за період 1996–2015 рр. виконали спостереження за шістьма власними програмами. За результатами цих спостережень у журналах з високими імпаکت-факторами було опубліковано близько 20 робіт з фізики галактик і спостережної космології, на які загалом було зроблено понад 1000 посилань, що в середньому становить більш як 50 цитувань на одну публікацію. Крім того, у звітному, 2015 році, було проведено дослідження, пов'язане з вторинною іонізацією

Всесвіту, тобто з переходом речовини Всесвіту зі стану нейтрального газу в стан плазми. Це відбувалося в період, коли вік Всесвіту становив від 400 до 800 млн років.

Щоб пояснити суть останнього дослідження, розглянемо розвиток Всесвіту в часі. На рис. 2 зліва — початок розвитку Всесвіту, справа — наш час, коли вік Всесвіту становить 13,7 млрд років. Спочатку Всесвіт був гарячим і його речовина перебувала в іонізованому стані, тобто в стані плазми. Потім, розширюючись, Всесвіт охолоджувався, і настав момент, коли речовина у Всесвіті перейшла зі стану плазми у нейтральний стан. Це сталося, коли вік Всесвіту становив лише близько 400 тис. років. Однак потім, коли вік Всесвіту досяг 800 млн років, речовина Всесвіту знову повністю перейшла у стан плазми. Цей перехід називають *вторинною іонізацією Всесвіту*.

Що ж відбувалося у Всесвіті в цей період? До того часу речовина Всесвіту складалася лише з газу, а після цього, у період, коли Всесвіту було 400–800 млн років, відбувалося формування перших зір і галактик. Перші зорі були масивні-

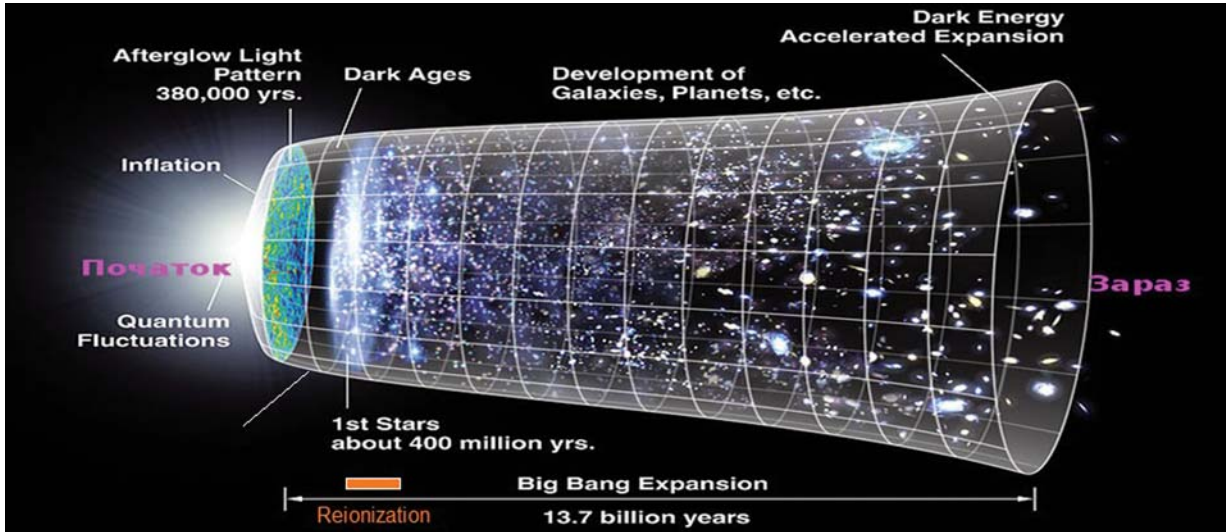


Рис. 2. Розвиток Всесвіту в часі. Період вторинної іонізації Всесвіту (400–800 млн років) показано горизонтальною помаранчевою рисою

ми і гарячими, випромінювали багато ультрафіолетових променів, здатних відірвати електрони від атомів і перевести речовину в стан плазми.

Було висунуто гіпотезу, що Всесвіт був іонізований УФ-випромінюванням перших галактик. Проте проблема полягає в тому, що всі галактики були оточені оболонками нейтрального газу, які поглинають ультрафіолетове випромінювання і не випускають його за межі галактик у міжгалактичне середовище. Перевірити цю гіпотезу засобами моделювання надзвичайно складно. Тому потрібна була експериментальна перевірка гіпотези — детектування УФ-випромінювання віддалених галактик, що іонізує міжгалактичне середовище, і перевірка того, що цього достатньо для переходу речовини Всесвіту в стан плазми.

Протягом майже 20 років у всьому світі проводили спостереження з використанням як великих наземних телескопів, так і космічного телескопа Хаббла, намагаючись зареєструвати УФ-випромінювання. Однак усі ці спроби були безрезультатними.

Нарешті, у 2015 р. це випромінювання було зареєстровано на космічному телескопі Хаббла міжнародним колективом, очолюваним Ю. Ізотовим, за участю Н. Гусевої (ГАО НАНУ) і науковців з Чехії, Швейцарії, США та Німеччини.

Учасники програми застосували оригінальну методику, за якою з бази даних, що налічує 2,5 млн галактик, відібрали п'ять на відстані 2 млрд світлових років. У результаті від усіх п'яти галактик було зареєстровано УФ-випромінювання на рівні 10% від того, що утворюється в галактиках. Цього достатньо для вторинної іонізації Всесвіту, коли його вік був 400–800 млн років. Перші результати дослідження опубліковано в журналі *Nature*.

Отже, отримані результати дали можливість здійснити прорив у дослідженнях вторинної іонізації Всесвіту і визначити правильний напрям подальших досліджень. Вони сприяли розробленню нових програм спостережень як з використанням найбільших наземних телескопів, так і на космічному телескопі Хаббла. На початку квітня 2016 р. для подальших досліджень вторинної іонізації Всесвіту на конкурс для спостережень на космічному телескопі Хаббла було подано 5 програм за участю науковців відділу фізики зір і галактик ГАО НАН України.

Отримані результати продемонстрували високий навіть на світовому рівні науковий потенціал українських учених, але через те, що наша держава вкрай незадовільно фінансує наукові дослідження, цей потенціал, на жаль, з часом зійде нанівець.

Дякую за увагу.