

60-річчя академіка НАН України Ю.І. ІЗОТОВА



Юрій Іванович Ізотов народився 26 лютого 1952 р. у Донецьку. У 1974 р. він закінчив фізичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка з фаху «астрономія», 1984 р. захистив кандидатську, а 1992 р. — докторську дисертацію, 2000 р. обраний членом-кореспондентом Національної академії наук України зі спеціальності «астрофізика». Нині Ю.І. Ізотов — завідувач відділу фізики зір і галактик Головної астрономічної обсерваторії НАН України.

Наукова діяльність Ю.І. Ізотова пов'язана з астрофізикою. Він один із світових лідерів у сфері дослідження фізичних та еволюційних властивостей карликових галактик із активним зореутворенням, визначення їхнього хімічного складу, пошуку галактик з екстремально низьким вмістом важких елементів.

Юрій Іванович ініціював, очолював та виконував значну кількість міжнародних спостережних проектів на найбільших наземних і космічних телескопах в усьому діапазоні випромінювання — від рентгенівського до радіо-

випромінювання. Він отримав наукові результати світового рівня, які суттєво розширили уявлення про фізичні умови в ранньому Всесвіті, формування і еволюцію галактик, властивості масивних зір із низьким вмістом важких елементів. Ю.І. Ізотов працює в тісній кооперації з багатьма вченими України, Росії, США, Німеччини, Франції, Італії, Швейцарії, Іспанії, Ізраїлю, проводить дослідження разом із світовими лідерами в суміжних галузях — теорії еволюції зір та фізиці міжзоряного середовища. Спільні роботи виконано на основі багатьох грантів міжнародних наукових фондів та окремих університетів і обсерваторій.

Учений розв'язав низку проблем астрофізики та спостережної космології і вперше у світі дав відповіді на перелічені нижче питання.

Який вміст первинного гелію і масова частка звичайної матерії у Всесвіті? Чи можна описати наш Всесвіт на основі стандартної космологічної моделі? Один із основних космологічних параметрів, що описують властивості Всесвіту, — масова частка звичайної (баріонної) матерії — найкраще визначати на основі просторових флуктуацій інтенсивності реліктового випромінювання і первинного вмісту легких елементів, зокрема гелію, які утворилися в перші хвилини існування Всесвіту. Виявляється, що карликові галактики найкраще підходять для визначення вмісту первинного гелію. До того ж лише в цих галактиках, у яких найменше важких елементів, вміст гелію можна визначити з найбільшою точністю. Ю.І. Ізотов протягом 15 років проводив спостереження та підготував вибірку з більш ніж 1000 галактик, яку використовують нині учені зі всього світу. Результати його досліджень свідчать про те, що баріонна мате-

рія у Всесвіті становить лише 4–5% від його повної маси. Юрій Іванович дійшов висновку, що космологічна модель Всесвіту може відхилитися від стандартної, яка передбачає існування лише 3 типів легких нейтрино.

Чи існують молоді галактики в локальному Всесвіті на невеликих відстанях від нас? Проблема формування галактик — одна з найактуальніших в астрофізиці. Вона передбачає низку таких питань: чи всі галактики утворилися в давні часи, чи цей процес більш розтягнутий у часі? Як формувалися гігантські галактики? Вважають, що їхнє становлення відбувалося шляхом злиття карликових галактик, які й досліджує Ю.І. Ізотов. А чи існують зараз молоді карликові галактики, які утворилися зовсім недавно? Щоб відповісти на це питання, за заявою Ю.І. Ізотова та його американських колег на космічному телескопі «Хаббл» проведені спостереження унікальної карликової галактики I Zw 18. У результаті зареєстровано найслабкіші зорі, які будь-коли спостерігали астрономи, а також з'ясовано, що в галактиці майже немає старих зір (верхня межа віку найстаріших зір не перевищує 2 млрд років). Це набагато менше, ніж вік Всесвіту (13,6 млрд років), і свідчить про те, що утворення цих галактик відбувалося не тільки на початку еволюції Всесвіту, а й тривало пізніше і, ймовірно, триває ще зараз.

Який найменший вміст важких елементів в галактиках локального Всесвіту? Як співвідносяться вмісти важких елементів в іонізованому та нейтральному газі в цих галактиках? Сучасні космологічні моделі побудовані на гіпотезі, яка передбачає, що в ранньому Всесвіті до епохи формування галактик утворювалися зорі першого покоління з первинної речовини, які далі збагачували її важкими елементами. З цієї збагаченої матерії потім уже формувалися перші галактики. При цьому зовнішні оболонки нейтрального газу в сучасних галактиках, ймовірно, зберегли хімічний склад речовини, з якої вони утворилися, тоді як іонізований газ у центральних частинах галактик збагачувався важкими елементами наступних поколінь зір. Отже, виникає питання, до якого рівня могло відбуватися збагачення речовини хімічними елементами зір першого покоління? Ю.І. Ізотов

разом із американськими колегами провели спектральні спостереження за допомогою космічного ультрафіолетового телескопа «FUSE», визначивши вміст важких елементів у нейтральному газі карликових галактик, який у середньому становить близько 1/50 вмісту важких елементів на Сонці. Ця величина визначає верхню межу, до якої відбувалося збагачення речовини Всесвіту хімічними елементами внаслідок еволюції зір першого покоління. Крім цього, за допомогою спостережень на великих телескопах він відкрив і дослідив майже всі відомі на сьогодні галактики з екстремально низьким вмістом важких елементів в іонізованому газі. Серед них — унікальна система з двох голубих компактних карликових галактик SBS 0335-052E і SBS 0335-052W із найменшим вмістом важких елементів в іонізованому газі. Такі галактики надзвичайно рідко трапляються у Всесвіті. Виявилось, що вміст важких елементів в іонізованому газі цих галактик збігається з тим, який Ю.І. Ізотов отримав для нейтрального газу. Таким чином, цілком можливо, що ця система галактик лише нещодавно утворилась і є молодою.

Чи існує молекулярний газ у галактиках із дуже низьким вмістом важких елементів? Добре відомо, що зорі в нашій та інших гігантських галактиках, збагачених важкими елементами, утворюються у великих молекулярних хмарах міжзоряного середовища. Молекулярні хмари сформувалися з численних пилових частинок, тобто завдяки великому вмісту важких елементів. Виникає питання, чи існують молекулярні хмари в галактиках із дуже низьким вмістом важких елементів? Щоб відповісти на нього, Ю.І. Ізотов із колегами провели спостереження галактики SBS 0335-052E у ближньому інфрачервоному діапазоні й відкрили емісійні лінії коливальних переходів молекулярного водню, уперше у світі довівши, що молекулярні хмари існують навіть у галактиках із найменшим вмістом важких елементів. Це відкриття є одним із найважливіших для розв'язання проблеми формування зір у ранньому Всесвіті.

Чи існують масивні зорі із зоряним вітром у галактиках із найменшим вмістом важких елементів? Одним із передбачень теорії еволюції

зір є те, що на пізній стадії свого розвитку масивні зорі втрачають значну частину своєї маси через зоряний вітер, який виникає внаслідок тиску випромінювання в емісійних лініях важких елементів на зовнішню оболонку зорі. Тому теорія еволюції зір не передбачала існування масивних зір із зоряним вітром у галактиках із низьким вмістом важких елементів. Усупереч цим передбаченням, Ю.І. Ізотов уперше у світі довів, що такі зорі існують навіть у галактиках із найменшим вмістом важких елементів. У 1997 р. він відкрив так звані зорі Вольфа-Райє з витікаючими оболонками в галактиці I Zw 18. Це відкриття було настільки важливим, що галактику I Zw 18 на одному з міжнародних симпозіумів назвали «Rosette stone» еволюції масивних зір (за аналогією з Розетським каменем — «ключем» для розшифрування давньоєгипетських ієрогліфів). Отже, дослідження галактик із зорями Вольфа-Райє, виконане Ю.І. Ізотовим, є одним із найвагоміших у ХХ ст. з цієї проблеми. У тому ж 1997 р. на основі спостережень за допомогою космічного телескопа «Хаббл» він відкрив масивні зорі з вітром у галактиці SBS 0335-052E, а у 2007–2008 рр. ще у двох галактиках із дуже низьким вмістом важких елементів дослідив еволюцію в часі так званих яскравих голубих змінних зір, які належать до найяскравіших відомих зір і втрачають масу рекордними темпами. Ці відкриття стали фундаментом для вдосконалення моделей еволюції зір.

Чому ультрафіолетове випромінювання в галактиках з екстремально низьким вмістом важких елементів значно жорсткіше, ніж у галактиках, що більше збагачені важкими елементами? У 2004–2005 рр. Ю.І. Ізотов у спектрах трьох карликових галактик із низьким вмістом важких елементів несподівано відкрив емісійні лінії високої іонізації. Це суперечило передбаченням відомих моделей. Учений довів, що існування цих ліній зумовлене наявністю дуже жорсткого ультрафіолетового випромінювання, яке виникає під час проходження через щільне міжзоряне середовище ударних хвиль зі швидкістю понад 300 км/с. Але чому жорстке випромінювання існує лише в таких карликових галактиках? Відповідь на це питання дає інше відкриття Ю.І. Ізотова, який на основі спо-

стережень за допомогою космічного телескопа «Хаббл» довів, що в цих галактиках існують компактні скупчення зір із найбільшою відомою світністю, яка сягає сотень мільйонів світностей Сонця. Для порівняння, найбільші скупчення масивних зір у нашій Галактиці в сотні і тисячі разів менші. Сукупність цих специфічних умов приводить до того, що під час вибухів великої кількості наднових утворюються швидкі ударні хвилі, на фронтах яких і виникає жорстке ультрафіолетове випромінювання.

Чи існують карликові галактики з чорними дірами? На основі багатьох досліджень практично доведено, що існують чорні діри з невеликими масами, які утворилися з окремих зір, і надмасивні чорні діри з масами в сотні мільйонів мас Сонця, які сформувалися в ядрах гігантських галактик унаслідок акреції речовини. Але до останнього часу було невідомо, чи існують чорні діри проміжних мас і де їх треба шукати? У 2007–2008 рр. Ю.І. Ізотов уперше виявив карликові галактики з дуже низьким вмістом важких елементів і надзвичайно широкими та яскравими емісійними лініями в їхніх спектрах, що свідчить про рухи речовини зі швидкістю понад 1000 км/с. Таке явище можна пояснити лише акрецією речовини на чорну діру з масою в декілька сотень тисяч мас Сонця. Отже, чорні діри з проміжними масами можуть існувати в карликових галактиках.

Юрій Іванович — член редакційної колегії журналу «Кінематика і фізика небесних тіл». Він готує майбутніх науковців у межах аспірантури ГАО НАН України, є членом спеціалізованої вченої ради для захисту кандидатських і докторських дисертацій. Його обрано членом Міжнародного астрономічного союзу та Європейського астрономічного товариства. У 2003–2006 рр. Юрій Іванович представляв Україну в науковій раді ІНТАС. У 2000 р. він отримав почесне звання гаус-професора Академії наук Геттінгена (Німеччина). Ю.І. Ізотов нагороджений Почесними грамотами Верховної Ради України та Кабінету Міністрів України.

Наукова громадськість, колеги, учні, друзі щиро вітають Юрія Івановича з ювілеєм, бажають йому міцного здоров'я, успіхів і нових наукових звершень.