

**Н.Г. ГУСЕВА,**  
**старший науковий співробітник**  
**Головної астрономічної обсерваторії НАН України**

Згідно із сучасним уявленням феномен галактик з активними ядрами (active galactic nucleus, AGN), що відомі також як Сейфертовські галактики або квазари, зумовлений присутністю в центрі галактики масивної чорної діри з акрецією газу з навколишнього середовища на цю діру. Металічність газу є надійним індикатором історії зіркоутворення галактики, у якій спостерігаємо феномен AGN. Якщо більша частина газу вже перетворилася в зірки, тоді газ має більшу металічність, оскільки, як відомо, важкі елементи утворюються в термоядерних процесах усередині зірок. Якщо при цьому процесу зіркоутворення в такій галактиці передують феномен AGN або процес зіркоутворення конкурує з феноменом AGN, то газ у цій галактиці буде слабозбагачений важкими елементами.

Усі відомі до цього часу AGN мають велику металічність, тобто таку, як на Сонці або вище. Оскільки металічність газу має тісну кореляцію з масою галактики, то не викликає здивування, що AGN завжди знаходять у масивних галактиках, тобто в таких, у яких більша частина газу вже перетворилася в зірки, і тому такі галактики мають велику металічність. Уже давно постало питання, чи існують AGN у галактиках із низькою металічністю? Але до цього часу такі галактики не були знайдені.

Нам удалося, проаналізувавши спектри приблизно 700 тис. галактик із найбільш амбітного з усіх оглядів, які створені до цього часу, Sloan Digital Sky Survey (SDSS, повний огляд містить 1 млн спектрів галактик), знайти 4 галактики з унікальними властивостями. Б. Гровес зі співавторами (Groves V.A., Heckman T.M., Kauff-

man G. MNRAS, 2006, 371, 1559) у 2006 р. виконали спеціальну програму з пошуку AGN серед маломасивних галактик. Вони використали SDSS-спектральну вибірку галактик з емісійними лініями, створену насамперед для пошуку галактик Сейферта і квазарів. Із 500 тис. галактик вони знайшли 23 тис. Сейфертівських галактик Sy-2, серед яких лише 40 AGN виявилися галактиками з низькою масою (менше за  $10^{10}$  сонячних мас). При цьому металічність цих 40 галактик дорівнювала сонячній або була ненабагато меншою від сонячної.

Ми використали ту ж вибірку SDSS, проаналізувавши 700 тис. галактик. Однак метою нашого пошуку були не AGN. Навпаки, ми відкинули всі галактики з очевидними ознаками масивних AGN. Нашою метою було знайти голубі компактні карликові галактики з емісійними лініями, які мають мінімальну металічність. Зрештою, ми створили вибірку з 10 тис. галактик низької металічності з емісійними лініями, використавши її для пошуку галактик із широкими емісійними компонентами. Серед виявлених декількох десятків галактик із широкими компонентами — 4 галактики є незвичайними за своїми властивостями з дуже низькою металічністю: від 1/10 до 1/30 від сонячної. Широки компоненти емісійних ліній у цих галактиках відповідають швидкостям газу від 2200 км/сек до 3500 км/сек; виявлено екстраординарно велику світність широких компонентів у діапазоні 100 млн — 1 млрд світностей Сонця; відношення потоків у широких компонентах до потоків у вузьких компонентах на порядок більше, ніж у звичайних компактних карликових

галактиках; Бальмерівські лінії водню мають набагато крутіший декремент, ніж зазвичай. Ми розглянули різні механізми для пояснення цих незвичайних властивостей. Це і присутність у галактиках зір Вольфа-Райе, і зоряний вітер від найбільш масивних зір, і залишки наднових, і свічення від пухирів, видутих надновими, і ударні хвилі від деяких типів наднових.

Лише присутністю акреційних дисків навколо чорних дір проміжних мас у центрах чотирьох виявлених галактик можна пояснити всі спостережені особливості. Зауважимо, що чорні діри зоряних мас були відомі вже доволі давно, як і чорні діри великих мас. А от питання, у яких об'єктах можуть існувати чорні діри проміжних мас, залишалося до цього часу нез'ясованим. Використавши нестандартний підхід, ми вперше знайшли галактики з чорними дірами проміжних мас серед карликових галактик із низькою металічністю.

Ми провели також додаткові спостереження, одержали другі епохи й остаточно усунули гіпотезу наднових зір, оскільки

під час спалаху наднових випромінювання швидко змінюється з часом. Спостереження рентгенівського випромінювання від виявлених галактик є одним із найбільш очевидних доказів існування чорних дір. Ми підготували і подали 5 заявок на подальші спостереження 4 відкритих галактик із метою остаточного з'ясування їхньої природи: на космічний телескоп Хабла (Hubble Space Telescope, HST) (2 заявки, одна — для одержання глибокого зображення, друга — спектральна), на космічний рентгенівський телескоп Чандра (Chandra), на 8-метровий Very Large Telescope (VLT) та на 3.5-метровий телескоп Обсерваторії АРО (Apache Point Observatory).

Сподіваємося, що виявлені об'єкти наблизять нас до розв'язання проблеми формування АГН і акреції в екстремально бідному на метали середовищі, тобто в таких фізичних умовах, які ще до цього часу ніколи не вивчали. Це особливо важливо, оскільки в ієрархічній картині створення Всесвіту карликові галактики низької металічності є першими структурами, у яких відбувалося формування перших зір.

## **Л.К. ПАТРИЛЯК,**

**доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник  
Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України**

Безпосередній та опосередкований вклад каталізу у внутрішній валовий продукт технологічно розвинених країн Європи й Америки становить від 20 до 30%. Жодна окремо взята галузь економіки не може похвалитися чимось подібним.

Спектр промислових процесів, для яких каталіз має першорядне значення, досить широкий і включає, наприклад, перероблення нафти і природного газу, виробництво продуктів нафтохімії, продуктів тонкого органічного синтезу, фармацевтичних препара-

тів. Дедалі більшого значення набуває екологічний каталіз.

Каталітичні технології об'єднують широке коло дисциплін: гетерогенний і гомогенний каталіз, матеріалознавство, власне технології, теорію і конструкцію реакторів, технології розділення речовин, хімію та фізику поверхні, комп'ютерну й аналітичну хімію.

Достатньо сказати, що каталітичні процеси в нафтопереробленні — це багатомільйонні за сировинним тоннажем річні