

Будова і еволюція Всесвіту

1 Світ галактик. Активні ядра галактик

Галактики — надзвичайно далекі об'єкти. Відстань до найближчих із них вимірюється в мегапарсеках, а до далеких — в одиницях червоного зміщення. Саме через віддаленість неозброєним оком розрізнити на небі можна лише три з них: туманність Андромеди (видно в Північній півкулі), Велику і Малу Магелланові Хмари (видно в Південній півкулі). Вирізнити окремі зорі в зображеннях інших галактик не вдавалося аж до початку XX ст. До початку 1990-х рр. налічувалося не більше 30 галактик, в яких вдалося побачити окремі зорі (всі ці галактики належать до Місцевої групи). Після запуску космічного телескопа «Габбл» і введення в дію 10-метрових наземних телескопів кількість галактик, в яких вдалося розрізнити окремі зорі, значно зросла (рис. 1.1). Наша Галактика й галактика М31 (в сузір'ї Андромеди) входять до Місцевої групи галактик (рис. 1.2, 1.3).

Галактики — ізольовані зоряні системи, що містять, крім зір, газ і пил. Усі об'єкти в складі галактик беруть участь в обертанні навколо спільного центра мас



Рис. 1.1. Далекі галактики. В центрі — кільце Айнштейна



Рис. 1.2. Галактика М31 в ультрафіолетовому світлі Магелланової Хмари

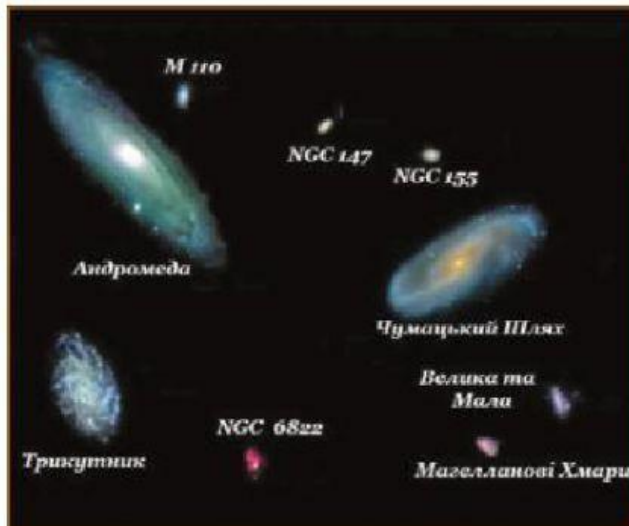


Рис. 1.3. Найближчі до Чумацького Шляху галактики

За морфологічними ознаками галактики поділяють на чотири типи:

- еліптичні E;
- спіральні S (рис. 1.4);
- лінзоподібні SO;
- неправильні Ir (рис. 1.5).

Маса галактик варіюється від 10^7 до 10^{12} мас Сонця, для порівняння — маса нашої Галактики становить близько $2 \cdot 10^{11}$ мас Сонця. Діаметр галактик — від 5 до 250 кілопарсек (16–800 тис. св. років). Для порівняння — діаметр нашої Галактики близько 100 тис. св. років, а надгігантська галактика IC 1101 має діаметр приблизно 6 млн св. років.

Найбільші скупчення галактик спостерігаються у сузір'ях Діви та Волосся Вероніки (рис. 1.6). У цьому напрямку астрономи відкрили своєрідну *Велику Стіну*, де на відстані 500 млн св. років виявляється значне збільшення кількості галактик у порівнянні з іншими напрямками. Окремі галактики взаємодіють між собою, навіть відбуваються їхні зіткнення, коли одна галактика поглинає іншу, — спостерігається своєрідний галактичний «канібалізм» (рис. 1.7). На останньому, четвертому, ступені ієрархічної структури скупчення галактик майже не взаємодіють між собою.

Велика Стіна. Ще однією характерною рисою розподілу галактик у просторі є те, що вони розміщені у Всесвіті у великому масштабі не хаотично, а утворюють дуже дивні структури, які нагадують величезні



Рис. 1.4. Спіральна галактика NGC 24, розташована в сузір'ї Скульптор. Відкрита 1785 р. В. Гершелем



Рис. 1.5. Неправильна галактика NGC 1427A

сітки з волокон. Ці волокна оточують гігантські, відносно порожні області — **порожнечі**. Деякі порожнечі мають діаметр 300 млн св. років — на сьогодні це найбільш відомі утворення у Всесвіті. Найімовірнішим поясненням цієї волокнистої структури Всесвіту є те, що галактики у просторі розташовані на поверхні величезних бульбашок, а порожнечі є їхньою внутрішньою областю. З поверхні Землі нам тільки здається, що галактики розташовані подібно до намиста, яке нанизане на волокнах, адже ми їх бачимо на обідках величезних космічних бульбашок (рис. 1.8).

Найбільшим із таких космічних волокон у структурі галактик і є Велика Стіна завдовжки 600 млн св. років і завширшки 200 млн св. років. Просторова модель Всесвіту нагадує шматок пемзи, який у цілому має однорідну структуру, але окремі об'єкти мають порожнини (рис. 1.9).

У 1929 р. американський астроном Е. Габбл досліджував спектри галактик і звернув увагу на те, що лінії поглинання у всіх спектрах зміщені в червоний бік. Згідно з ефектом Доплера, це свідчить про те, що всі галактики від нас віддаляються. Крім того, за допомогою величини зміщення спектральних ліній можна визначити швидкість, з якою галактики віддаляються. Виявилося, що швидкість віддалення галактик збільшується прямо пропорційно відстані до цих галактик (закон Габбла):

$$V = Hr, \quad (1.10)$$

де V — швидкість руху галактики; r — відстань до неї; H — стала Габбла. За останніми вимірюваннями $H \approx 70 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$.

Галактичні ядра мають ознаки активності (рис. 1.11), якщо:

- спектр електромагнітного випромінювання об'єкта набагато ширший від спектра звичайних галактик і може сягати від радіо- до жорсткого гамма-випромінювання;
- спостерігається «змінність» джерела випромінювання. Як правило, це відбувається із періодом від 10 хвилин у рентгенівському діапазоні до 10 років в оптичному й радіодіапазонах;
- є особливості спектра випромінювання, за якими можна зробити висновок про рух гарячого газу з великою швидкістю;



Рис. 1.6. Сузір'я Волосся Вероніки

Розбігання галактик — факт збільшення з часом відстаней між галактиками. Розбігання галактик зумовлене розширенням доступного для спостережень Всесвіту

Активні ядра галактик — ядра галактик, в яких спостерігаються процеси, що не можна пояснити властивостями зір та газопилових комплексів, з яких ці галактики складаються



Рис. 1.7. Зустріч двох галактик

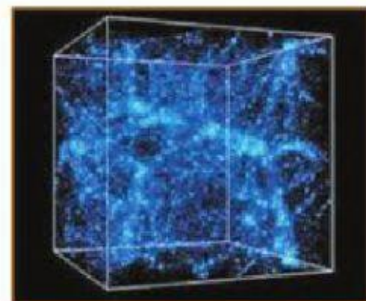


Рис. 1.8. Волокниста структура Всесвіту



Рис. 1.9. Просторова модель Всесвіту



Рис. 1.11. Галактика IC 3639
з неясним активним ядром

- є видимі морфологічні особливості, зокрема викиди й «гарячі плями»;
- є особливості спектра випромінювання та його поляризації, за якими можна зробити висновок про наявність магнітного поля та його структуру.

Прояви перелічених особливостей можуть бути різні, галактики можуть виявляти не всі перелічені ознаки, а лише деякі з них. Традиційно галактики поділяють на чотири класи: сейфертовські, радіоактивні, лацетиди та квазари (рис. 1.12).

Джети — релятивістські струмені плазми, що вириваються з центрів (ядер) активних галактик, квазарів, радіогалактик

Активні ядра галактик є важливим напрямком спостережних і теоретичних астрофізичних досліджень. Дослідження цієї області включають використання спостережних оглядів для пошуку активних ядер галактик у широкому діапазоні світностей і червоних зміщень, перевірку моделей космічної еволюції і росту чорних дір, вивчення фізики акреції на чорні діри і електромагнітного випромінювання активних ядер галактик, вивчення властивостей джетів (рис. 1.13) і викидів речовини з активних ядер галактик, а також вивчення впливу акреції на чорну діру і квазарної активності на еволюцію галактики.



Рис. 1.12. Класи активних галактик



Рис. 1.13. Активна гігантська еліптична галактика M 87. З центру галактики виривається релятивістський струмінь

1 Познач правильну відповідь.

Космологія — розділ астрономії, що вивчає:

- ☐ окремі небесні тіла та їхні системи;
- ☐ будову Всесвіту в цілому;
- ☐ тільки розширення Всесвіту;
- ☐ проблеми походження й еволюції небесних тіл.

2 Із яких об'єктів складається Всесвіт?

3 Опиши просторовий розподіл галактик у Всесвіті.

4 Які існують сучасні методи вимірювання відстаней до галактик?

5 Чим пояснити червоне зміщення в спектрах галактик?

6 Сформулюй і поясни закон Габбла. Як за допомогою цього закону можна виміряти відстань до галактик?

, де

7 У чому проявляється активність галактичних ядер?

8 Як, згідно сучасних наукових уявлень, рухаються галактики у Всесвіті?
