

Наша Галактика і Чумацький шлях.

В старовину люди помічали на нічному небі бліду смугу, що протягнулася через весь небосхил. Вона нагадувала їм пролите молоко. По легенді, в цьому заслуга Гери, що спустилася на Землю. Смугу, що світиться, назвали Чумацьким Шляхом.

Потім, багато пізніше, завдяки спостереженням Галілея, стало відомо, що Чумацький Шлях - ця безліч далеких і тому неясних зірок. Вони і зливаються в одне тьмяне свічення. Тоді виникла гіпотеза про те, що Сонце, всі видимі зірки, у тому числі і зірки Чумацького Шляху, належать до однієї величезної системи. Таку систему назвали Галактикою (пишеться з великої букви). Назва була дана саме на честь Чумацького Шляху: слово "Галактика" відбулося від старогрецького поняття, що означало "молочна дорога". Ім'я нашої Галактики теж тривіальне - Чумацький Шлях.

ЧУМАЦЬКИЙ ШЛЯХ- туманне свічення на нічному небі від мільярдів зірок нашої Галактики. Смуга Чумацького Шляху опоясує небосхил широким кільцем. Особливо добре Чумацький Шлях видний оддалік міських вогнів. В Північній півкулі його зручно спостерігати біля півночі в липні, в 10 годин вечора в серпні або в 8 годин вечора у вересні, коли Північний Хрест, сузір'я Лебідь знаходиться поблизу зеніту. Слідуючи поглядом за мерехтливою смугою Чумацького Шляху на північ або північний схід, ми минемо сузір'я Кассіопеї (у формі букви W) і рухаємося у бік яскравої зірки Капела. За Капелою можна побачити, як менш широка і яскрава частина Чумацького Шляху проходить трохи на схід від Пояса Оріона і схиляється до горизонту недалеко від Сиріусу – найяскравішої зірки на небі. Найяскравіша частина Чумацького Шляху видна на півдні або південному заході в той час, коли Північний Хрест знаходиться над головою. При цьому видні дві гілки Чумацького Шляху, розділені темним проміжком.

На жаль, найяскравіші частини Чумацького Шляху неприступні для спостерігачів Північної півкулі. Щоб побачити їх, потрібно відправитися до екватора, а ще краще – розташуватися між 20 і 40° на захід від Південного Хреста, в сузір'ї Кіля. У міру того як на сході підіймаються Стрілець і Скорпійон, з'являються найяскравіші і прекрасні частини Чумацького Шляху. Найчудовіша його область видна пізно увечері в червні-липні, коли Хмара Стрільця розташована поблизу зеніту. На фоні однорідного свічення, викликаного тисячами і тисячами не помітних для ока далеких зірок, можна помітити темні хмари і «прожилки» холодного космічного пилу.

Щоб розрізнити міріади зірок, що становлять Чумацький Шлях, достатньо бінокля або невеликого телескопа. Найбільша концентрація зірок і максимальна ширина Чумацького Шляху спостерігаються в сузір'ях Стрільця і Скорпіона; якнайменше населений зірками він на протилежній стороні неба – поблизу Пояса Оріона і Капели. Точні астрономічні спостереження підтверджують перше візуальне враження: смуга Чумацького Шляху відзначає центральну площину гігантської дископодібної зоряної системи – нашої Галактики, яку часто називають «галактика Чумацький Шлях». Однією з її зірок є наше Сонце, розташоване дуже близько від центральної площини Галактики. Проте Сонце знаходиться не в центрі галактичного диска, а на відстані двох третин від його центру до краю. Зірки, що становлять Чумацький Шлях, знаходяться від Землі на різних відстанях: деякі не далі 100 св. років, а більшість видалена на 10 000

св. років і навіть далі. Зоряна хмара в Стрільці і Скорпіоні відзначає напрям на центр Галактики, що знаходиться від Землі приблизно на відстані 30 000 св. років. Діаметр всієї Галактики складає принаймні 100 000 св. років.

Склад Чумацького Шляху. Галактика складається в основному із зірок, більш менш подібних Сонцю. Одні з них у декілька разів масивніші за Сонце і світяться в декілька тисяч раз яскравіше, інші – у декілька разів менш масивні і світяться в декілька тисяч раз слабкіше. Сонце, по багатьох параметрах, – середня зірка. Залежно від температури поверхні зірки мають різний колір: біло-блакитні зірки найгарячіші (20 000–40 000 K), а червоні – найхолодніші (біля 2500 K).

Маса Галактики не менше $2 \cdot 10^{11}$ мас Сонця. В основному це зірки, але 5% її маси доводиться на міжзоряну речовину – газ і пил. Міжзоряна речовина заповнює простір між зірками в галактичному диску завтовшки біля 600 св. років, причому усередині диска воно концентрується до спіральних рукавів Галактики. Значна частина міжзоряної речовини з'єднана в масивні холодні хмари, в надрах яких формуються зірки.

Галактика Чумацький Шлях – одна з сотень мільйонів подібних їй зоряних систем, знайдених у Всесвіті за допомогою великих телескопів. Її часто називають «нашою зоряною системою». Вона відноситься до великих галактик, що мають швидке обертання і чіткі спіральні рукави, в яких сконцентровані молоді гарячі зірки і розігріті їх випромінюваннями хмари газу, названі «емісійними туманностями». За допомогою оптичних телескопів не вдається вивчити всю Галактику, оскільки світло не проникає крізь щільні міжзоряні хмари газу і пилу, яких особливо багато у напрямі до центру Галактики. Проте для інфрачервоного випромінювання і радіовипромінювання пил не перешкода: за допомогою відповідних телескопів вдається досліджувати всю Галактику і навіть пробитися до її щільного ядра. Спостереження показали, що зірки і газ в галактичному диску рухаються з швидкістю близько 250 км/с навколо центру Галактики. Наше Сонце разом з планетами теж рухається з такою швидкістю, виконуючи один оборот навколо галактичного центру приблизно за 200 млн. років.

Зоряні скупчення.

Частина зірок утворює групи, звані зоряними скупченнями. Деякі з них видні неозброєним оком, наприклад Плеяди. Це типове розсіяне скупчення; звичайно такі скупчення містять від 50 до 2000 зірок. Окрім розсіяних скупчень існують значно більш крупні кульові скупчення, що містять до декількох мільйонів зірок. Ці скупчення істотно розрізняються по віку і зоряному складу. Розсіяні скупчення порівняно молоді: їх типовий вік біля 10 млн. років, тобто біля 1/500 віку Землі і Сонця. Вони містять багато масивних яскравих зірок. Кульові скупчення дуже старі: з моменту їх формування пройшло 10–15 млрд. років, тобто вони складаються з найстаріших зірок Галактики, серед яких збереглися лише менш масивні. Розсіяні скупчення розташовані поблизу галактичної площини, де багато міжзоряного газу, з якого формуються зірки. Кульові скупчення заповнюють галактичне гало, що оточує диск, і помітно концентруються до центру Галактики.

Відомі три різні типи зоряних угруповань: зоряні асоціації, кульові скупчення і розсіяні скупчення (іноді їх називають «відкритими» або «галактичними»). Зоряні скупчення дуже цінні для астрофізики, оскільки це

групи зірок, однаково віддалених від нас і що сформувалися одночасно з речовини однієї хмари. Зірки в межах одного скупчення розрізняються лише початковою масою, що значно полегшує вивчення їх еволюції.

Зоряні асоціації. Це відносно розріджені угруповання зірок, що розлітаються від загального центру, де вони, ймовірно, народилися. Якщо прослідити їх траєкторії назад, то виявляється, що вони «рушили в шлях» всього близько мільйона років тому – зовсім недавно по зоряних масштабах. Асоціації розташовані в спіральних рукавах Галактики, там же, де сконцентрована міжзоряна речовина, з якої формуються зірки. Відомі менше ста асоціацій, і всі вони складаються з молодих, яскравих і масивних зірок в основному спектральних класів O і B. Зірки меншої маси в асоціаціях теж є, але їх складніше розпізнати. Коли через декілька мільйонів років еволюція O і B зірок закінчиться, помітити на небі нині відомі асоціації стане неможливо. Все говорить про те, що асоціації – короткоживучі утворення. Можливо, велика частина зірок в Галактиці народилася саме у складі асоціацій.

Розсіяні скупчення. Чудовими представниками зоряних скупчень більш



високого порядку служать Плеяди, Гіади і Ясла. Якщо в асоціаціях спостерігається звичайно не більше 100 зірок, то в розсіяних скупченнях – порядку 1000. Більш щільно упаковані, вони можуть значно довше протистояти руйнуючому гравітаційному впливу Галактики; наприклад, вік скупчення Плеяди, визначений по виду його діаграми Герцшпрунга – Рессела, біля 50 млн. років. Ще більш щільні скупчення можуть зберігатися сотні мільйонів років; одне з найстаріших розсіяних скупчень M 67 є і найщільнішим з них. Відомо більше 1000 розсіяних

скупчень, проте ще багато тисяч їх напевно ховаються у віддалених областях Галактики.

Кульові скупчення. Ці скупчення у багатьох відношеннях відрізняються від розсіяних скупчень і асоціацій. Дотепер знайдено близько 150 кульові скупчень



і, схоже, це майже все, що є в Галактиці. Не помітити їх важко: при діаметрі від 40 до 900 св. років вони містять від 10 000 до декількох мільйонів зірок. Такі «монстри» видні на великих відстанях. До того ж вони не ховаються в заповненому диску Галактики, а заповнюють весь її об'єм, концентруючись до галактичного ядра.

Фотографії кульових скупчень, таких, як M 13 в сузір'ї Геркулеса, представляють вражаюче видовище.

В центрі скупчення зірки здаються тими, що злилися в єдине місиво, хоча насправді відстані між ними не так вже малі і зіткнення зірок практично не відбуваються. Кожна із зірок рухається по орбіті навколо центру скупчення, а воно саме рухається по орбіті навколо центру Галактики.

Завдяки своїй великій масі і густині кульові скупчення дуже стійкі; вони майже без змін існують мільярди років. Їх зірки народилися в епоху формування Галактики; вони містять мало важких елементів і відносяться до Населення II. В

нашу епоху такі зірки вже не формуються.

ТУМАННОСТІ.

Раніше астрономи називали так будь-які небесні об'єкти, нерухомі щодо зірок, які мають, на відміну від них, дифузний, розмитий вигляд, як у маленької хмарки (латинський термін *nebula*, що вживається в астрономії для



«туманності», означає «хмару»). З часом з'ясувалося, що деякі з них, наприклад, туманність в Оріоні, складаються з міжзоряного газу і пилу і належать нашій Галактиці. Інші, «білі туманності», як в Андромеді і в Трикутнику, виявилися гігантськими зоряними системами, подібними Галактиці. Тут мова піде про газові туманності.

До середини 19 ст. астрономи вважали, що всі туманності – це далекі скупчення зірок. Але в 1860, вперше використавши спектроскоп, У.Хеггинс показав, що деякі туманності газові. Коли крізь спектроскоп проходить світло звичайної зірки, спостерігається суцільний спектр, в якому представлені всі кольори від фіолетового до червоного; в деяких місцях спектру зірки є вузькі темні лінії поглинання, але помітити їх досить важко – вони видні лише на якісних фотографіях спектрів. Тому при спостереженні оком спектр зоряного скупчення виглядає як суцільна кольорова смуга. Спектр випромінювання розрідженого газу, навпаки, складається з окремих яскравих ліній, між якими практично немає світла. Якраз це і побачив Хеггинс при спостереженні деяких туманностей через спектроскоп. Більш пізні спостереження підтвердили, що багато туманностей дійсно є хмарами гарячого газу. Часто астрономи називають «туманностями» і темні дифузні об'єкти – теж хмари міжзоряного газу, але холодні.

Типи туманностей. Туманності розділяють на наступні основні типи: дифузні туманності, такі, як Туманність Оріона; відбивні туманності, як туманність Меропи в Плеядах; темні туманності, як Вугільний Мішок, які звичайно пов'язані з молекулярними хмарами; залишки наднових, як туманність Сіть в Лебеді; планетарні туманності, як Кільце в Лірі.

Дифузні туманності. Широко відомі приклади дифузних туманностей – це Туманність Оріона на зимовому небі, а також Лагуна і Потрійна (Трьохроздільна) – на літньому. Темні лінії, що розтинають Потрійну туманність на частини, – це холодні пилові хмари, що лежать перед нею. Відстань до цієї туманності біля 2200 св. років, а її діаметр трохи менше 2 св. років. Маса цієї туманності в 100 разів більше сонячної.

На відміну від зірок газові туманності не мають власного джерела енергії; вони світяться тільки в тому випадку, якщо усередині них або поряд знаходяться гарячі зірки з температурою поверхні 20 000–40 000° С. Ці зірки випускають ультрафіолетове випромінювання, яке поглинається газом туманності і перевипромінюється ним у формі видимого світла. Пропущене через спектроскоп, це світло розщеплюється на характерні лінії випромінювання різних елементів газу.

Відбивні туманності. Відбивна туманність утворюється, коли хмара з розсіюючими світло порошинками освітлюється розташованою поряд зіркою,

температура якої не так висока, щоб примусити світитися газ. Невеликі відбивні туманності іноді видні поряд із зірками, що формуються.

Темні туманності. Темні туманності – це хмари, що складаються в основному з газу і частково з пилу (в співвідношенні по масі $\sim 100:1$). В оптичному діапазоні вони закривають від нас центр Галактики і видні як чорні плями уздовж всього Чумацького Шляху, наприклад, Великий Провал в Лебеді. Але в інфрачервоному і радіодіапазонах ці туманності випромінюють досить активно. В деяких з них зараз формуються зірки. Густина газу в них значно вище, ніж в міжзоряному просторі, а температура нижче, від -260 до -220°C . В основному вони складаються з молекулярного водню, але знайдені в них і інші молекули аж до молекул амінокислот.

Залишки наднових. Коли постаріла зірка вибухає, її зовнішні шари скидаються із швидкістю біля $10\,000$ км/с. Ця речовина, що швидко летить, подібно бульдозеру, згрібає перед собою міжзоряний газ, і разом вони утворюють структуру, подібну туманності Сіть в Лебеді. При зіткненні речовини, що рухаються і нерухомі, нагріваються в могутній ударній хвилі і світяться без додаткових джерел енергії. Температура газу при цьому досягає сотень тисяч градусів, і він стає джерелом рентгенівського випромінювання. Крім того, в ударній хвилі посилюється міжзоряне магнітне поле, а заряджені частинки – протони і електрони – прискорюються до енергій набагато вищих за енергію теплового руху. Рух цих швидких заряджених частинок в магнітному полі викликає випромінювання в радіодіапазоні, зване нетепловим.

Найцікавіший залишок найновішої – це Крабовидна туманність. В ній викинутий надновою газ ще не змішався з міжзоряною речовиною.

В 1054 був видний спалах зірки в сузір'ї Тельця. Відновлена по китайських літописах картина спалаху показує, що це був вибух надрової зірки, яка в максимумі досягла світимості в 100 млн. раз більше сонячній. Крабовидна туманність знаходиться якраз на місці того спалаху. Змірявши кутові розмір і швидкість розширення туманності і поділивши одне на інше, розрахували, коли це розширення почалося, – майже точно вийшов 1054 рік. Сумнівів немає: Крабовидна туманність – залишок надрової.

В спектрі цієї туманності кожна лінія роздвоєна. Ясно, що один компонент лінії, зсунутий в голубу сторону, приходить до нас від частини оболонки, що наближається, а інший, зсунутий в червону сторону, – від тієї, що віддаляється. По формулі Доплера обчислили швидкість розширення (1200 км/с) і, порівнявши її із швидкістю кутового розширення, визначили відстань до Крабовидної туманності: біля 3300 св. років.

Крабовидна туманність має складну будову: її зовнішня волоконна частина випромінює окремі емісійні лінії, характерні для гарячого газу; усередині цієї оболонки укладено аморфне тіло, випромінювання якого має суцільний спектр і сильно поляризоване. Крім того, звідти виходить могутнє нетеплове радіовипромінювання. Це можна пояснити тільки тим, що усередині туманності швидкі електрони рухаються в магнітному полі, випускаючи при цьому синхротронне випромінювання в широкому діапазоні спектру – від радіо до рентгенівського. Довгі роки загадковим залишалося джерело швидких електронів в Крабовидній туманності, поки в 1968 не вдалося знайти в її центрі нейтронну зірку, що швидко обертається, – пульсар, залишок масивної зірки, що вибухнула приблизно 950 років тому. Виконуючи 30 оборотів в секунду і

володіючи величезним магнітним полем, нейтронна зірка викидає в оточуючу туманність потоки швидких електронів, відповідальних за спостережуване випромінювання.

Виявилося, що механізм синхротронного випромінювання вельми поширений серед активних астрономічних об'єктів. В нашій Галактиці можна вказати немало залишків наднових, випромінюючих в результаті руху електронів в магнітному полі, наприклад, могутнє радіоджерело Кассіопея А, з яким в оптичному діапазоні зв'язана волоконна оболонка, що розширюється. З ядра гігантської еліптичної галактики M 87 викидається тонкий струмінь гарячої плазми з магнітним полем, випромінюючим у всіх діапазонах спектру. Неясно, чи зв'язані активні процеси в ядрах радіогалактик і квазарів з найновішими, але фізичні процеси випромінювання в них вельми схожі.

Планетарні туманності. Найпростіші галактичні туманності – це планетарні. Їх відкрито близько двох тисяч, а всього в Галактиці їх біля 20 000. Вони концентруються в галактичному диску, але не тяжіють, як дифузні туманності, до спіральних рукавів.

При спостереженні в невеликий телескоп планетарні туманності виглядають розмитими дисками без особливих деталей і тому нагадують планети. У багато кого з них поблизу центру видна голуба гаряча зірка; типовий приклад – туманність Кільце в Лірі. Як і у дифузних туманностей, джерелом їх свічення служить ультрафіолетове випромінювання зірки, що знаходиться всередині.

! ЗАПАМ'ЯТАЙТЕ

1. Сонце, всі видимі зірки, у тому числі і зірки Чумацького Шляху, належать до однієї величезної системи. Таку систему назвали Галактикою (пишеться з великої букви). Назва була дана саме на честь Чумацького Шляху: слово "Галактика" відбулося від старогрецького поняття, що означало "молочна дорога". Ім'я нашої Галактики теж тривіальне - Чумацький Шлях.

2. Частина зірок утворює групи, звані зоряними скупченнями. Розрізняють розсіяні та кульові скупчення.

3. Туманності розділяють на наступні основні типи: дифузні туманності, такі, як Туманність Оріона; відбивні туманності, як туманність Меропи в Плеядах; темні туманності, як Вугільний Мішок, які звичайно пов'язані з молекулярними хмарами; залишки наднових, як туманність Сіть в Лебеді; планетарні туманності, як Кільце в Лірі.