

524.8
Ч-44

ЕММА ЧЕПМЕН

C1214349

ПЕРШЕ СВІТЛО

ЗОРИ НА СВІТАНКУ ЧАСІВ

ПЕРЕКЛАД БОРИСА ПРЕВІРА



ВИДАВНИЦТВО
БОРОДАТИЙ
ТАМАРИН

ГАЛАКТИЧНИЙ КАНІБАЛІЗМ

Дуже далеко, а якщо точніше — за 75 тисяч світлових років від нас, є невелике скупчення зірок під назвою Segue 1. Його відкрили зовсім нещодавно, 2006-го. Однак за минуле десятиліття воно викликало чимало суперечок через заяву, спростування, а тоді нову заяву, що це найменш розвинена галактика у Всесвіті. Суперечки, щоправда, почалися не через її вік, а через класифікацію її як галактики. Невже ми дійсно натрапили на древню знахідку чи це ніяка не галактика взагалі, а просто скупчення зірок, не таке вже stare й цікаве?

Починати шукати відповіді на це запитання найкраще з визначення галактики, тому звернімося до Оксфордського словника англійської мови:

Утворення, система або що, подібна до Чумацького Шляху; (у сучасному розумінні) будь-яка система, складена з мільйонів та мільярдів зірок, що тримаються разом завдяки силі тяжіння, і яка також містить у собі іншу матерію, наприклад газ і пил, та існує в просторі як окремий об'єкт.

Зауважу, що це визначення не зовсім точне, і хоча формулювання «містить у собі іншу матерію» може включати темну матерію, цей момент необхідно уточнити, адже саме темна матерія ключова для визначення поняття галактики. Це ускладнення призвело до того, що 2012 року науковці сформулювали нове визначення: галактика — це гравітаційно пов'язане скупчення зірок, властивості якого неможливо пояснити лише поєднанням баріонів (себто «нормальної» матерії) із Ньютоновими законами тяжіння.

Праця, у якій описали відкриття Segue 1, має заголовок «Коти, собаки, волосся та герой: квінтет нових компаньйонів Чумацького Шляху»¹. Попри слово «квінтет» у назві, представлено там лише чотири об'єкти: Canes Venatici II (карликова галактика в сузір'ї Гончі Пси), Coma Berenices (сузір'я Волосся Вероніки), Leo IV (карликова галактика Лев IV, тобто — кіт) і Hercules (ще одне сузір'я, назване за іменем славетного героя). Традиційно карликові галактики нарікають за сузір'ями, у яких їх знаходять, тому Leo IV — четверта карликова галактика, відкрита в сузір'ї Лева. Коли Segue 1 помітили вперше, вона була такою крихітною, що її віднесли до кулястих скупчень — груп гравітаційно пов'язаних зірок Чумацького Шляху. Кулясті скупчення — гравітаційно пов'язані системи, але в плані розміру та маси до галактик їм далеко. Назви їм дають за назвою астрономічних досліджень, під час яких їх знаходять, тож Segue 1 була першим кулястим скупченням, знайденим у проєкті SEGUE². На тлі чотирьох нових галактик по сусідству із Чумацьким Шляхом звичайне кулясте скупчення навіть не удостоїлося місця в заголовку роботи. Проте Segue 1 виявилось не просто скупченням зірок.

Прихована маса

Масу гравітаційно зв'язаної системи можна виміряти двома способами. Перший стосується світної маси. Роблять це так: замірюють об'єм світла від усіх зірок і підраховують масу, потрібну для його випромінювання. За допомогою другого, більш довершеного методу, вимірюють масу речовини, яка створює тяжіння, тобто всю масу — світну й темну. Рух зірок

1 Belokurov, V. et al. 2007. Cats and dogs, hair and a hero: a quintet of new Milky Way companions. *The Astrophysical Journal*, vol. 654, issue 2: 897–906.

2 SEGUE (англ. Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration — Слоунівське узагальнення для розуміння та дослідження галактик) — проєкт із визначення спектрів 230 тисяч зірок різних спектральних типів для вивчення структури Чумацького Шляху. Названий на честь американської благодійної організації Фонд Альфреда Слоуна (прим. наук. ред.).

у скупченні дає змогу визначити його загальну масу. Фізичний розмір Segue 1 такий малий, що його спочатку віднесли до кулястих скупчень. Та коли друга група астрономів заміряла загальну масу відносно кількості випроміненого світла, вони виявили, що співвідношення між масою і випроміненим світлом складає 1340^1 , а подальші дослідження збільшили це значення до 3400^2 . Зазвичай для кулястого скупчення співвідношення між масою і випроміненим світлом мале, його значення лежить у межах від двох до трьох, і від одиниці воно вище тільки завдяки решткам померлих зірок, що не випромінюють світла. Не буває в кулястих скупченнях і темної матерії. Так Segue 1 із нікому не цікавого скупчення, що навіть не заслужило місця в заголовку статті, яка описувала дослідження, стала галактикою, яку ми вважаємо найбільш насиченою темною матерією. Це цікаво з двох причин. Перша — темну матерію дуже складно відстежити й відокремити від решти матерії. Про її присутність нам відомо завдяки пласким кривим обертання галактик, а, отже, із замірів галактичної маси. Однак простежити за взаємодією частинок темної матерії, а відтак визначити, що воно таке, нам поки що не вдалося. Виявлення об'єкта з найвищою концентрацією темної матерії, яку коли-небудь вдавалося спостерегти, та ще й по сусідству з нами, поставило дослідників фізики елементарних частинок на вуха. Друга причина, чому визнання Segue 1 галактикою — подія непересічна, полягає в її малому розмірі. Ця галактика крихітна. І це цікаво, бо шлях до утворення великої галактики пролягає крізь галактичний канібалізм. Галактики поглинають одна одну, тому з часом у Всесвіті замість купи дрібних галактик з'являється менше галактик, але значно більших розмірів. Виявлення дуже малої галактики може означати, що ми натрапили на прадавній недоїдок,

якого оминув голодний Чумацький Шлях. Перед нами представниця перших галактик, а в достатньо старій першій галактиці цілком може знайтись і вціліла перша зоря.

Карликові галактики

Segue 1 — не єдина карликова галактика в безпосередньому сусідстві з нами. Чумацький Шлях належить до об'єднання галактик під назвою «Місцева група» завширшки в 10 млн світлових років. Галактики бувають щонайрізноманітніших форм і розмірів, тому їх можна групувати за морфологічними ознаками, наприклад, як спіральні, еліптичні, неправильні чи спіральні з перемичкою. Місцева група — це ніби галактичний зоопарк, у якому зібрано суміш галактик різних типів. Три найбільші в ній — відповідно, Андромеда, Чумацький Шлях і галактика Трикутника — водночас єдині спіральні. Ви, либонь, чули про Велику та Малу Магелланові хмари, які є четвертою та шостою наймасивнішими галактиками в Місцевій групі, однаке, крім них, про інші навіть не здогадувалися. Визначити, чи достатньо мала галактика, щоб вважатися карликовою, досить складно — десь так, як визначити, якого зросту має бути хтось, щоб назвати його коротуном. Можна сказати, що коротун — це людина, чий зріст нижче середнього, а якщо вона вища, то буде високою. Однак застосувати цей підхід до галактик неможливо, адже карликові галактики найчисленніші у Всесвіті, тому й така класифікація буде неточною. Насправді карликові галактики варто називати просто галактиками, тоді як великі, а вже Чумацький Шлях, мегагалактиками чи якимсь подібним терміном, але хто я така, щоб сперечатися? Зазвичай карликова галактика містить щонайбільше кілька мільярдів зірок. Проти кількох сотень мільярдів Чумацького Шляху вони дійсно дуже малі й тьмяні.

Як і звичайні, карликові галактики поділяються на різні підтипи за своєю морфологією. Велика та Мала Магелланові хмари належать до неправильних карликів, адже через свою форму

1 Geha, M. et al. 2009. The least-luminous Galaxy: spectroscopy of the Milky Way Satellite Segue 1. *The Astrophysical Journal*, vol. 692, issue 2: 1464–1475.

2 Simon, J. et al. 2011. A complete spectroscopic survey of the Milky Way Satellite Segue 1: the darkest Galaxy. *The Astrophysical Journal*, vol. 733, issue 1, article id. 46: 20 pp.

не вписуються в еліптичні, сфероїдальні чи спіральні. Вони молоді й містять багато газу, що живить активний процес зореутворення. Карликові сфероїдальні галактики натомість — бідні на газ та старі, а еліптичні — видовжені сфероїди із залишками газу, придатного для зореутворення, — перебувають десь посередині. Дослідники знаходили й спіральних карликів, яких вважають рідкістю. Вони легко руйнуються під дією припливних сил (тобто сил притягання з боку масивних об'єктів) від інших галактик, через що спіралеподібні рукави швидко руйнуються й галактика стає неправильною або еліптичною¹. Приклад цього — Велика Магелланова хмара, в якій від взаємодії з Малою Магеллановою хмарию та Чумацьким Шляхом залишився всього один спіральний рукав.

Найбільший інтерес для нас становлять сфероїдальні карликові галактики та найтьмяніші з усіх — ультратьмяні карликові галактики (*Ultra Faint Dwarfs*, UFDs). Хоч і бідні на газ, карликові сфероїдальні галактики, скорочено dSph, мають велику варіативність яскравості: від 20 млн до лише кількох тисяч світностей нашого Сонця. Для порівняння: Андромеда має показник яскравості, у 10 млрд разів вищий за сонячний. Спостереження за dSph виявили, що запасу газу цих карликів не вистачило для формування великої кількості багатих на метали зірок, чіе утворення ми спостерігаємо сьогодні. Ми можемо поглянути всередину цих карликів і вивчати зорі так само, як у галактичних гало, про що я писала у розділі про зоряну археологію. Що тьмяніша dSph, то нижча металічність її зірок. Пошук найтьмяніших карликових галактик — це шлях до виявлення зірок із низькою металічністю, тому в галузі археології карликових галактик панують оптимістичні настрої.

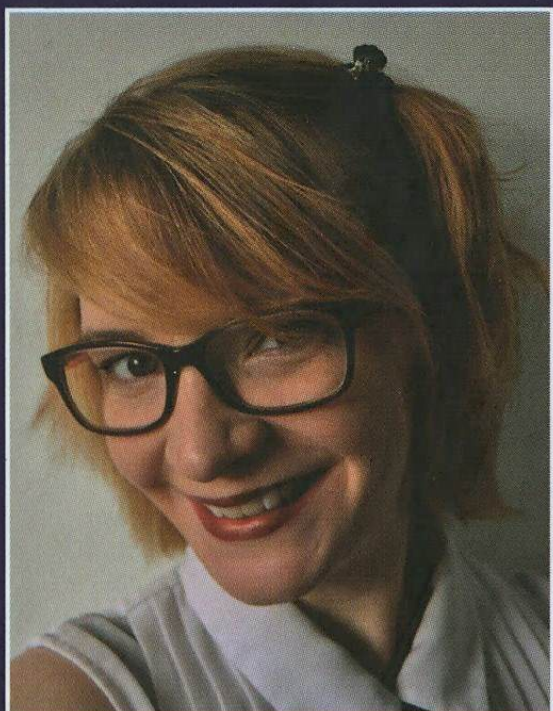
¹ Ці нетривалі зв'язки між галактиками ще називають галактичним гарасментом — домаганнями. Як активістку, що бореться із сексуальними домаганнями в академічному світі, мене трохи пересмикує від такого терміна, проте маю віддати належне вельми вдалому вибору. Так і бачу, як Мала Магелланова хмара каже: «Я не мала наміру руйнувати й безповоротно змінювати її, знищуючи все, що є в ній прекрасного та унікального. Просто в мене дуже велике гравітаційне поле. Вона сама на нього прилинула!»

Зоряна археологія й археологія карликових галактик — суміжні галузі. Зоряні археологи вишукують викинуті артефакти, копаючись на горищі Чумацького Шляху. Натомість, дослідники карликових галактик обстежують незасмічені середовища. Обидві галузі надають різні відомості, що заповнюють прогалини в знаннях про перші зорі. Карликові галактики цілком можуть виявитися найстарішими галактиками у Всесвіті. Якщо знайдеться така, що вичерпала свої газові запаси, ні з чим не взаємодіючи, й у такий спосіб уникнула еволюції свого зіркового вмісту, ми матимемо змогу вивчити середовище, в якому формувалися зірки популяції III.

Галактичний канібалізм

Усі структури у Всесвіті формувалися в ієрархічному порядку. Спершу були крихітні скупчення, з невеликою кількістю зірок, які згодом злилися в більші структури, або ж малі галактики. Ці малі галактики об'єдналися в більші, і так тривало, доки не з'явилися галактики розміром із Чумацький Шлях. Докази цього ієрархічного утворення галактик, або ж галактичного канібалізму, видно за тим, як зливаються галактики просто в нас під носом. У кольоровій вклейці наведено два приклади активного злиття. Галактики Мишки й галактики Антен слугують наочним прикладом зіткнення й руйнування спіральних галактик під дією гравітації, внаслідок чого виникає довгий хвіст, що тягнеться від галактик Мишок, та «антенки» в галактиках Антен. При зіткненні галактик їхні зірки перемішуються. Часом унаслідок цього процес зореутворення посилюється, і щойно сформована галактика світиться яскраво, а інколи втрата газу спричиняє період затишшя з малою кількістю нових зірок.

Коли зливаються дві спіральні галактики, їхня структура так сильно порушується, що вони втрачають спіральні рукави, утворюючи еліптичну галактику. Найпевніше, саме це станеться із Чумацьким Шляхом, коли Андромеда вріжеться в нього



Емма Олівія Чепмен — британська астрофізикиня і наукова співробітниця Королівського товариства Дороті Ходжкін Імперського коледжу Лондона. Сфера її досліджень — епоха реіонізації Всесвіту.

Спочатку була темрява.

Упродовж сотень мільйонів років після Великого вибуху у Всесвіті панувала пітьма. У непроглядній чорноті хмари розрідженого газу скупчувались і стискалися в розжарені сфери, і якоїсь миті у надрах однієї з таких сфер розпочалася термоядерна реакція. Спалахнула найперша зоря, й темрява вперше в історії відступила перед світлом. Це був період, коли хаос Великого вибуху змінився порядком, відкривши шлях до планет, комет, супутників і, зрештою, життя.

Книга Емми Чепмен проливає світло на ці темні часи, змальовуючи історію перших зірок, у сотні разів більших і в мільйони разів яскравіших за Сонце, самотніх гігантів, які бурхливо палали й помирали в надпотужних вибухах. Науковиця пояснює, як ці зорі формувалися, чому вони були такими незвичайними та що вони можуть розповісти про сучасний Всесвіт. Вона також запрошує поглянути на новітні телескопи, які покликані відшукати сліди таких зірок і перенести цей період в історії Всесвіту з теоретичної фізики у спостережну астрономію.

tamarinbooks.com

ISBN 978-617-81540-2-8



9 786178 154028

