



Droga Mleczna nad Doliną Śmierci, Kalifornia (wg *Astronomy Picture of the Day*).

W krainie galaktyk

Ciągnący się przez całe niebo pas świetlny, jaki widzimy w pogodnej nocy, nosi nazwę Drogi Mlecznej. Tak starożytni Grecy nazwali twór, jaki według mitologii miał powstać z rozlanego po nieboskłonie mleka, którym uspiona przez Zeusa Hera karmiła malutkiego Heraklesa. Od greckiego słowa *Galaxias*, oznaczającego Drogę Mleczną, pochodzi nazwa Galaktyka.

Przez wiele stuleci obserwatorzy nieba zastanawiali się, czym w istocie jest Droga Mleczna, i nawet wśród Starożytnych nie była odosobnioną opinią, iż jest to zbiorowisko gwiazd tak słabych, że nierozróżnialnych. Jednak dopiero w 1610 roku obserwacje teleskopowe Galileusza pokazały niezbicie, że ów świetlisty pas składa się z osobnych gwiazd.

Wyobrażenie sobie i wykonanie mapy układu gwiazdnego, do którego sami należymy, nie jest łatwe. Od XVIII wieku astronomowie zaczęli uważać, iż widoczny na niebie okalający nas pas świadczy o tym, że Ziemia (i Słońce) znajduje się w systemie wielu gwiazd o kształcie płaskiego dysku. (W 1750 roku Thomas Wright zasugerował, że Droga Mleczna jest obracającym się dyskiem zbudowanym z gwiazd, gazu i pyłu, a hipotezę tę potwierdziły obserwacje Williama Hershela w 1785 roku.)

Dokładniejsze określenie kształtu i rozmiarów naszej macierzystej Galaktyki wymaga wykonania zliczeń gwiazd w różnych kierunkach i dopasowania najlepszego modelu przestrzennego. Ponadto, obserwując odległe galaktyki, możemy przyjąć założenie, że nasza ma kształt podobny do nich. W ten sposób wyjściowy model kształtu Galaktyki musi uwzględniać istnienie kilku składników: cienkiego dysku, w którym gęstość gwiazd wykładniczo maleje z odległością od centrum, ponadto centralnego zgęszczenia, w którym gwiazdy są gęsto upakowane w obszarze o kształcie sferoidy, oraz

Agnieszka JANIUK*

rozległego kulistego obszaru, tzw. halo, otaczającego dysk. Przy zadanych parametrach modelu, takich jak rozmiary dysku czy gęstość centralna, możemy przewidzieć liczbę gwiazd o pewnej jasności, obserwowanych w pewnym kierunku. Należy przy tym wziąć pod uwagę tzw. ekstynkcję, czyli pochłanianie promieniowania gwiazd przez pył znajdujący się w Galaktyce. Powoduje on osłabienie obserwowanej jasności gwiazdy, co w konsekwencji może prowadzić do błędnego wyznaczenia odległości, większej od rzeczywistej. Z tego względu np. na początku XX wieku zawyżano znacznie wartość promienia dysku (ekstynkcja jest największa w jego płaszczyźnie, podczas gdy w kierunku biegunów Galaktyki nie ma aż takiego znaczenia).

Badając rozkład gwiazd w odległości kilku kiloparseków od nas, stwierdzamy obecność kilku ramion spiralnych: w jednym z nich znajduje się Słońce. Oprócz tego struktura spiralna Galaktyki widoczna jest w rozkładzie materii międzygwiazdowej, np. obłoków wodoru. Cecha ta pozwala nam zaliczyć Drogę Mleczną do klasy tzw. galaktyk spiralnych, podobnie jak naszą najbliższą sąsiadkę, galaktykę Andromedy, i wiele innych.

Historycznie, odległe galaktyki były przez długi czas „wrzucane do jednego worka” z innymi tzw. obiektami mgławicowymi. Francuski astronom Charles Messier (1730–1817), twórca wydanego w 1784 roku i popularnego do dziś katalogu takich obiektów, umieścił w nim 103 odkryte przez siebie kosmiczne struktury widoczne na niebie jako rozmyte plamki, które w odróżnieniu od komet (to ich poszukiwaniem przez całe życie zajmował się Messier) nie zmieniają na niebie swojego położenia. Ze względu na to, że dysponował bardzo prymitywnym jak na dzisiejsze czasy teleskopem, nie był w stanie rozróżnić wśród swych obiektów galaktyk, i znalazły się tam również gromady gwiazd, mgławice emisyjne, mgławice planetarne

*Centrum Astronomiczne Mikołaja Kopernika PAN

czy pozostałości po supernowych (obiekt Messiera M1 to tzw. Mgławica Krab, pozostałość po eksplozji supernowej z 1054 roku).

Dopiero w XX stuleciu, dzięki skonstruowaniu wielkich teleskopów, otrzymano dokładne zdjęcia obiektów Messiera, należące do najpiękniejszych widoków znanych ludzkości. Sam twórca katalogu mógł natomiast jedynie domyślać się prawdziwej natury i odległości najdalszych z odkrytych „mgławic”. Współczesny mu filozof, Immanuel Kant (1724–1804), autor koncepcji tzw. wszechświatów wyspowych, wpadł na niezwykle na owe czasy pomysł, że mgławice spiralne są osobnymi „wszechświatami”, podobnymi do naszej Drogi Mlecznej. Przez długi czas nie było jednak żadnego obserwacyjnego potwierdzenia tego poglądu, a uczeni podzielili się na zwolenników Kanta i zwolenników Laplace’a, głoszącego, że mgławice są raczej niewielkimi wirującymi dyskami, w których powstają planety. W związku z tym we Wszechświecie jest tylko jedna galaktyka (nasza), a on sam jest stosunkowo mały. Spór ten rozstrzygnęły dopiero obserwacje Edwina Hubble’a (1889–1953), który za pomocą teleskopu na Mount Wilson w Kalifornii zaobserwował gwiazdy zmienne typu cefeid w mgławicy Andromedy (obiekt M31 w katalogu Messiera). Na podstawie zależności między okresem zmienności a jasnością absolutną tego typu gwiazd (odkrytej przez Henriette Leavitt w 1912 roku) i porównując tę jasność z ich jasnością widomą, można było wyznaczyć odległość do galaktyki, w której znajdowała się cefeida.

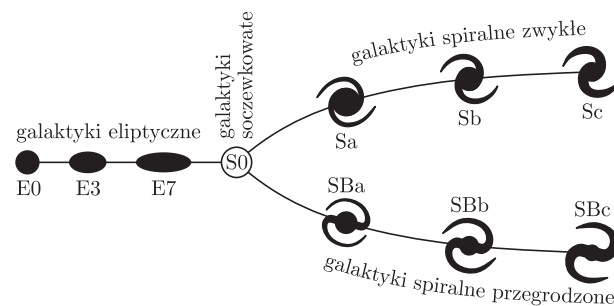
Okazało się, że mgławica Andromedy z całą pewnością nie leży w obrębie Drogi Mlecznej. Co więcej, jak obecnie wiemy, mgławica Andromedy jest najbliższą galaktyką spiralną rozmiarów naszej Galaktyki i jej towarzyszką, a ponadto zbliżają się one do siebie z prędkością około 100 km/s. Wraz z galaktykami satelickimi, M32 i M110, Wielkim i Małym Obłokiem Magellana oraz kilkudziesięcioma (około 30) galaktykami karłowatymi, tworzą tzw. Grupę Lokalną. Są powiązane grawitacyjnie, i pokonując prawo globalnej ekspansji, zgodnie z którym galaktyki rozbiegają się w tempie proporcjonalnym do ich wzajemnej odległości (prawo Hubble’a), Grupa Lokalna porusza się w Kosmosie jako całość.

Edwinowi Hubble’owi, oprócz wyznaczenia odległości innych galaktyk i odkrycia wspomnianego prawa ekspansji Wszechświata, zawdzięczamy inną bardzo użyteczną rzecz. Jest to system klasyfikacji galaktyk, opracowany na podstawie ich cech morfologicznych (rysunek). W systemie tym galaktyki podzielone są na dwa główne typy: spiralne i eliptyczne, co – jak sama nazwa wskazuje – oznacza obecność ramion spiralnych lub ich brak. Dodatkowo, poszczególne podtypy charakteryzują się bądź to różnym stopniem spłaszczenia elipsoidy, bądź ciasnością nawinięcia ramion, jak również obecnością lub brakiem łączącej je poprzeczki. Poza tym galaktyki, których kształt nie przypomina niczego i nie mieści się w żadnym

z ustalonych typów, określane są jako nieregularne (takie są np. Obłoki Magellana). Ta różnorodność typów galaktyk, sklasyfikowanych jedynie na podstawie zdjęć, być może ma uzasadnienie ewolucyjne.

Galaktyki eliptyczne nie mają określonej wewnętrznej struktury, zawierają bardzo niewiele gazu i pyłu, a w ich skład wchodzi głównie stare, małowymienne gwiazdy. Gwiazdy te poruszają się chaotycznie w obrębie galaktyki, praktycznie nie zderzając się, a ich prędkości są określone przez masę całego układu. Galaktyki spiralne, zbudowane podobnie jak Droga Mleczna z kilku składników (jądro, zgrubienie centralne, ramiona, halo), zawierają natomiast znaczne ilości pyłu i gazu międzygwiazdowego, a gwiazdy wchodzące w skład ramion są młode, masywne i gorące (dzięki czemu nadają im niebieski odcień na fotografii). Spłaszczony kształt dysku tych galaktyk dowodzi, że wirują one wokół własnej osi. Gwiazdy należące do jądra mają chaotyczny rozkład prędkości, podobnie jak w galaktykach eliptycznych, natomiast gwiazdy podsystemu płaskiego (dysku) poruszają się po mniej więcej kołowych orbitach.

Przypuszczalnie wszystkie galaktyki powstały z obłoków gazu wypełniającego młody Wszechświat, tworzących się w miejscach lokalnych zaburzeń gęstości materii. Gdy masa takiego obszaru przekroczyła pewną wartość krytyczną, zaburzenia narastały lawinowo z powodu niestabilności grawitacyjnej, prowadząc do uformowania się protogalaktyki. To, jaki będzie typ powstałej galaktyki, zależało od warunków początkowych obłoku, takich jak jego masa, gęstość, temperatura, moment pędu, co decydowało o tym, gdzie i jak szybko będą tworzyć się gwiazdy. Jeśli gwiazdy w protogalaktyce powstały w stosunkowo krótkim czasie w całej objętości obłoku, zużywając do swej budowy prawie wszystkie gaz, to w efekcie powstała galaktyka eliptyczna. W galaktyce spiralnej natomiast gwiazdy powstały początkowo tylko w niewielkim obszarze tworzącym jądro. Reszta wirującego obłoku była zbyt rzadka, aby proces gwiazdotwórczy mógł zachodzić wydajnie, a w wyniku rotacji obłok ten zaczął stopniowo przybierać kształt dysku. Dysk ten zawiera nadal znaczną ilość gazu, a gwiazdy rodzą się najintensywniej w jego ramionach spiralnych, powstałych prawdopodobnie w wyniku lokalnych zaburzeń grawitacyjnych.



Liczba przy galaktykach eliptycznych to $10(a - b)/a$, gdzie a i b to osie elipsy; mała litera przy galaktykach spiralnych oznacza stopień rozbudowania ramion.