



Prosto z nieba: Zmienny obraz czarnej dziury

Filozoficzno-lingwistyczna dyskusja nad tym, czy obraz czarnej dziury powinno się nazywać „cieniem”, czy raczej „obrysem/sylwetką”, wynika z tego, że czarna dziura wpływa na bieg promieni świetlnych, które się w jej okolicy znajdują, tzn. nie tylko „rzuca cień”, ale można powiedzieć, że także aktywnie „kształtuje” swój wizerunek.



Obrazy czarnej dziury M87* z lat 2017 i 2018 z pracy Akiyama i in., „The persistent shadow of the supermassive black hole of M 87 I. Observations, calibration, imaging, and analysis”, A&A 681, A79 (2024)

W 2017 roku instrument EHT (Event Horizon Telescope) – w rzeczywistości nie jeden teleskop, ale interferometr rozmiaru Ziemi składający się z wielu radioteleskopów – wykonał w przedziale fal radiowych określanymi jako mikrofale ($\approx 1,3$ mm) pierwsze „zdjęcie” czarnej dziury, nazwanej M87*. Znajduje się ona w centrum galaktyki Messier 87 (M87) w odległości około 55 milionów lat świetlnych od Ziemi i ma masę 6,5 miliardów M_{\odot} . Rozmiar kątowy obrazu na niebie jest bardzo mały, tylko około 40 mikrosekund łuku, co odpowiada rozmiarowi typowego pączka z dziurką – gdyby takowy znalazł się na powierzchni Księżyca. W rzeczywistości M87* jest tak ogromna, że wewnątrz jej horyzontu zmieściłby się cały Układ Słoneczny wraz z orbitą Plutona.

Jak wiadomo, czarna dziura niejako z definicji nie emituje światła, ale można zobaczyć jej „cień” (lub, jak niektórzy wolą uważać, „obrys” bądź „sylwetkę”) na tle znajdującej się wokół niej świecącej materii. Na rysunku obok obraz przedstawia pierścień – centralne zaciemnienie jest miejscem, w którym znajduje się czarna dziura. Dalsza analiza danych ujawniła również subtelniejszą strukturę obiektu M87* w świetle spolaryzowanym, co daje możliwość poznania geometrii pola magnetycznego i rozkładu plazmy wokół horyzontu czarnej dziury, a także testów teorii grawitacji, czyli ogólnej teorii względności.

Modele teoretyczne zakładają, że rozkład materii wokół M87* zmienia się w mniej więcej losowy sposób, który nie jest silnie skorelowany w czasie. Aby rozdzielić wpływ grawitacji (zakładamy, że mniej więcej stały albo co najmniej zmienny w sposób przewidywalny i w o wiele dłuższych skalach czasowych) i materii (losowo zmienny w krótkich skalach czasowych) na końcowy wynik obserwacji, można wykonać zdjęcie tego samego obiektu w różnych chwilach.

Artykuł opublikowany niedawno przez zespół EHT w Astronomy&Astrophysics (w zespole jest dwoje Polaków – Monika Mościbrodzka z Radboud University w Nijmegen w Holandii oraz Maciek Wielgus z Max Planck Institute for Radioastronomy w Bonn w Niemczech) zawiera nowy obraz M87* z 2018 roku, podobny do tego z 2017. Brak widocznej zmiany w rozmiarze pierścienia w latach 2017–2018 jest zgodny z przewidywaniami ogólnej teorii względności dla silnie ugiętej przez grawitację (soczewkowanej) emisji wokół czarnej dziury. Obrazy różnią się jednak, ponieważ rozkład jasności jest obrócony o około 30° w porównaniu z rokiem 2017. Obrót jest zgodny z oczekiwaną ewolucją świecącej materii – emisji z turbulentnego, nieuporządkowanego dysku akrecyjnego wokół czarnej dziury. Ewolucja świecącej materii była drobiazgowo modelowana komputerowo w wielu symulacjach magnetohydrodynamicznych plazmy znajdującej się w zakrzywionej czasoprzestrzeni, i wydaje się, że dobrze rozumiemy jej zachowanie. Dysk akrecyjny obraca się wokół czarnej dziury, co jest spójne ze zmianą kierunku wielkoskalowego strumienia (dżetu) obserwowanego w dużo dłuższych falach radiowych. Dzięki obserwacjom EHT już wkrótce będzie możliwe dużo lepsze zrozumienie mechanizmu powstawania takich dżetów w okolicach supermasywnych czarnych dziur.

Michał BEJGER

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN,
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Ferrara, Włochy



Niebo w lipcu

Na początku miesiąca dni są jeszcze długie, a ich skracanie się nie jest zauważalne. 23 lipca Słońce przekroczy jednak równoleżnik 20° deklinacji w drodze na południe i od tego momentu proces ten nabierze tempa. Do końca lipca skończą się sezony zarówno na obłoki srebrzyste, jak i łuk okołohoryzontalny, gdyż Słońce zacznie wędrować zbyt nisko.

W lipcu następuje zamiana ról na niebie wieczornym i porannym. Przez ostatnie miesiące ekliptyka tworzyła

duży kąt z widnokresem wieczorem, mały zaś rano. Odtąd wieczorem ekliptyka biegnie nisko na niebie, rano natomiast wznosi się wysoko. Jest to główny czynnik warunkujący widoczność obiektów znajdujących się blisko ekliptyki i jednocześnie blisko Słońca. Dlatego Merkurego, mimo osiągnięcia przezeń 22 lipca bardzo dużej, wynoszącej 27° , elongacji wschodniej, można próbować dostrzec jedynie na początku miesiąca, ale o zmierzchu pokaże się on na wysokości zaledwie 3° .