

Mezinárodní studii o existence supermasivních černých děr publikoval magazín Astrophysical Journal

31.8.2023 - | Masarykova univerzita

Tým pod vedením německé astronomky Silke Britzen z německého Institutu Maxe Plancka pro radioastronomii zkoumal tzv. blazary, což jsou akreující supermasivní černé díry v centrech galaxií.

Blazar je označení pro aktivní jádro galaxie, jehož rychlé výtrysky horké plazmy, tzv. jety, směřují přímo k Zemi. Vědci ukázali důkazy, že za pozorovanou proměnlivost blazarů je ve skutečnosti zodpovědná precese jetů, tedy specifický rotační pohyb výtrysků plazmy, který je způsoben buď přítomností druhé masivní černé díry v blízkosti primární, nebo pokriveným akrečním diskem kolem jediné černé díry.

"Fyzika akrečních disků a jetů je poměrně složitá, ale jejich prostorovou kinematiku lze přirovnat k jednoduchým gyroskopům, které si můžeme představit jako roztočenou dětskou hračku – káču. Pokud na akreční disk působí vnější kroučící moment, například prostřednictvím obíhající sekundární černé díry, dojde k jeho precesi a nutaci (tedy změnám orientace osy a jejímu kolísání) a spolu s ním tento pohyb vykonává i jet, podobně jako u osy rotace Země, kterou ovlivňuje Měsíc a Slunce," dodává spoluautor studie Michal Zajaček z Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

Jedním z nejdůležitějších výstupů této studie je, že zakřivení jetů pravděpodobně vypovídá o existenci binárních černých děr v centru těchto galaxií. Jet je tedy nucen se stáčet v důsledku gravitačního vlivu druhé černé díry na černou díru emitující tyto výrony horké plazmy. Kromě toho se týmu podařilo odhalit stopy nutačního pohybu s menší amplitudou v rádiových světelných křivkách i v kinematice komponent jetu – efekt druhého řádu a další důkaz precese.

Pozorování supermasivních černých děr dosahují nejvyššího možného rozlišení v astronomických pozorováních díky propojení radioteleskopů na velmi velké vzdálenosti pomocí rádiové interferometrie s velmi dlouhou základnou. Jedná se o stejnou techniku, která umožnila v dubnu 2019 v rámci projektu Event Horizon Telescope poprvé zobrazit stín černé díry a pozorovat černou díru o hmotnosti 6,5 miliardy Sluncí v galaxii M87.

Hledání blízkých párů supermasivních binárních černých děr probíhá již několik desetiletí, podle vědců však stále připomíná hledání jehly v kupce sena. "Stále nám chybí dostatečné rozlišení, abychom mohli existenci supermasivních binárních černých děr zkoumat přímo. Zdá se však, že precese jetů poskytuje nejlepší stopu těchto objektů, jejichž existenci očekává nejen komunita odborníků na černé díry / aktivní galaxie, ale také komunita odborníků na gravitační vlny, kteří nedávno publikovali důkazy o existenci kosmického gravitačního pozadí v důsledku gravitačních vln emitovaných při splynutí masivních černých děr v průběhu kosmické historie," shrnuje Silke Britzen z Max Planck Institutu v německém Bonnu.

Poznámka: Supermasivní černé díry se obvykle nacházejí v centrech galaxií. V aktivních galaxiích se předpokládá, že akrece hmoty na centrální černou díru vytváří obrovské množství energie, které může zastínit celou galaxii – tyto centrální oblasti, označované jako aktivní galaktická jádra (AGN),

jsou nejsvítivějšími trvalými zdroji ve vesmíru.

Z centrální oblasti supermasivní černé díry jsou pomocí silného magnetického pole vypouštěny prodloužené bipolární proudy plazmatu, tzv. jety. V rámci jetu jsou pozorovány jasné části, tzv. složky jetu neboli rádiové komponenty, které se pohybují podél jetu.

Mezinárodního výzkumného týmu se účastnili vědci z Max Planck Institutu pro radioastronomii v německém Bonu, Masarykovy univerzity v Brně, Výzkumného centru v Mumbaji (Indie), Max Planck Institutu pro Astronomii v Heidelbergu (Německo), Univerzity v Bochumi (Německo), Technické univerzity ve Vídni (Rakousko), observatoře Tuorla (Finsko) a Kolínské univerzity (Německo).

Ilustrace znázorňující jet (žlutá) konající precesy v důsledku supermasivní binární černé díry v centru galaxie. Větší supermasivní černá díra je znázorněna černě v centru uvnitř akrečního disku, který obsahuje teplejší (modrá) i chladnější (červená) plyn. Bílá šipka označuje rotaci větší černé díry. Druhá černá díra obíhá (oranžově) kolem centrální supermasivní černé díry a oranžová šipka ukazuje orientaci jejího orbitálního momentu hybnosti. V důsledku vychýlení pohánění otáčivý moment sekundární černé díry precesi akrečního disku i jetu (zelený kroužek a šipky). Rádiová emise je vyznačena bílými zakřivenými čarami. Radioteleskop ukazuje směr k pozorovateli na Zemi. Oba obrázky názorně ukazují, jak se jet stáčí a jak vzniká proměnlivost rádiové emise. Jet na obrázku vpravo se otáčí směrem k pozorovateli, a proto se na obloze jeví jasnější - proto je viditelná silnější rádiová emise. Ilustrace: Michal Zajaček

Animace ukazuje, jak precese jetu (vlevo) vede ke změně jasnosti rádiového záření (vpravo). Autor animace: Wolfgang Steffen

Popis k animaci:

Schematický model systému disk-jet znázorňuje rychlý proud plazmatu, který se kýve vlivem supermasivní binární černé díry v centru galaxie (vlevo). Simulovaný obrázek (uprostřed) zobrazuje jet získaný z morfokinematického modelu. Relativistické efekty v blízkosti rychlosti světla zvyšují jasnost jetu, který je orientovaný směrem k nám. Vpravo jsou zaznamenány výsledné změny jasnosti způsobené precesujícím jetem. Kredit: Wolfgang Steffen / ilumbra - AstroPhysical MediaStudio

<https://www.muni.cz/pro-media/tiskove-zpravy/mezinarodni-studii-o-existence-supermasivnich-cernych-der-publikoval-magazin-astrophysical-journal>