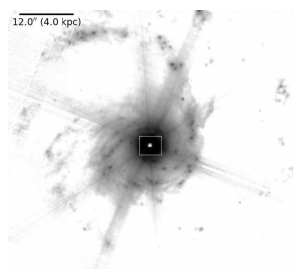


Prosto z nieba: Odkrycia z JWST Makrofotografia wpływów pochodzących z aktywnych jąder galaktyk



Zdjęcie galaktyki spiralnej NGC 7469 wykonane za pomocą instrumentu średniej podczerwieni (MIRI) JWST. Obszar zaznaczony prostokątem został zbadany w omawianej pracy U i inni, 2021. Źródło: Bohn et al., arXiv: 2209.04466

galaktyka NGC 7469. Główna badaczka tego projektu, Vivian U, zastanawiała się, czy wpływy energii z aktywnego jądra galaktyki (AGN) znajdującego się w NGC 7469 hamują, czy też przyspieszają tworzenie się gwiazd w ośrodku międzygwiazdowym. O pozytywnym (przyspieszanie), a także negatywnym (hamowanie) wpływie AGN na tempo tworzenia się gwiazd w galaktyce dyskutuje się już od dawna. Jednak ze względu na zapylenie AGN do tej pory badanie wpływu było niezwykle utrudnione (pył przesłaniał światło w zakresie widzialnym). Teraz, gdy mamy do dyspozycji JWST, uchylenie rąbka kurtyny pyłowej i podejrzenie procesów zachodzących w jej chmurze staje się nareszcie możliwe.

Supermasywne czarne dziury są klasycznie definiowane jako czarne dziury o masie od 0,1 miliona do 10 miliardów mas Słońca.

W miarę jak supermasywne czarne dziury gromadzą materię, często jako efekt uboczny *wydmuchują* nieco energii w postaci tzw. wpływów (*outflow*). Uważa się, że supermasywne czarne dziury zasilają aktywne jądra galaktyk, które są często niewidoczne bezpośrednio, bo są przesłonięte przez pył galaktyki. NGC 7469 jest idealnym obiektem do przestudiowania zjawiska wpływów z jądra galaktyki ich potencjalnego oddziaływania z ośrodkiem międzygalaktycznym. Galaktyka ta zawiera tzw. jądro galaktyki Seyferta otoczone chmurą aktywnie tworzących się gwiazd. Dzięki spektroskopii z JWST Vivian U wraz ze współpracownikami mogła przyjrzeć się, jak tworzony jest gaz i pył w NGC 7469 przez wpływy pochodzące z AGN.

Galaktyka Seyferta to rodzaj galaktyki, spiralnej bądź nieregularnej, charakteryzującej się jądrem o dużej jasności. Źródłem promieniowania takiego jądra jest najprawdopodobniej materia spadająca na czarną dziurę, a jego jasność może być większa od całej otaczającej je galaktyki.

W swojej pracy autorzy używają pomiarów kilku linii emisyjnych, takich jak [Fe II], H2, [Ar II] czy [Mg V],

Niebo w marcu

W trzecim miesiącu roku Słońce wspina się po niebie jeszcze szybciej niż w drugim. Nasza gwiazda znacznie miesiąc na południe od równika niebieskiego, by na jego koniec wejść kilka stopni w głąb półkuli północnej nieba. Przez 31 dni marca Słońce zwiększy wysokość górowania w środkowej Polsce do 42°, a wraz z tym długość dnia zwiększy się do 13 godzin. Słońce przetnie równik niebieski w drodze na północ 20 marca o 22:25 naszego czasu i tym samym na naszej półkuli Ziemi znacznie się astronomiczna

Budzące zachwyt zdjęcia wykonane przez Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba (*James Webb Space Telescope*, JWST) widzieli już chyba wszyscy – bez względu na to, czy są zainteresowani astronomią, czy też nie. Podziwialiśmy już gromadę galaktyk SMACS 0723 (pierwsze tzw. głębokie pole JWST), Kwintet Stephana, obszar gwiazdotwórczy NGC 3324 w Mgławicy Carina czy Filary Stworzenia znajdujące się w Mgławicy Orzeł. Wykonane w podczerwieni zdjęcia nie tylko zachwycają, ale równocześnie weryfikują wiele teorii naukowych, pozwalają na głębsze zrozumienie ewolucji galaktyk, a także całej wielkoskalowej struktury Wszechświata.

Dzięki obserwacjom JWST jesteśmy też w stanie badać niezauważone do tej pory procesy zachodzące w znanych nam dosyć dobrze obiektach. I tak w ramach projektu *The Great Observatories All-sky LIRG Survey* (GOALS), z pomocą instrumentu Mid-InfraRed (MIRI) zainstalowanego na pokładzie JWST, sprawdzono, jak dokładnie wygląda pobliska (odległa od nas o około 200 000 000 lat świetlnych)

do badania, czy/gdzie występują wpływy i czy/jak oddziałują z ośrodkiem międzygwiazdowym. I tak H2 jest skoncentrowany głównie wokół jądra galaktyki, natomiast [Fe II] i [Ar II], zakazane linie emitowane ze zjonizowanego gazu, są najjaśniejsze w pierścieniu wokół AGNu NGC 7469. Dodatkowo linia [Mg V], wymagająca dużej ilości energii do jej wytworzenia, jest wyraźnie przesunięta w kierunku krótszych długości fal (tzn. *blueshifted*) w stosunku do regionu centralnego, co oznacza, że obszar, z którego jest emitowana, porusza się w naszą stronę. Ta kombinacja linii i ich położenia to dowód na to, że w NGC 7469 ma miejsce wpływ gazu i jest on skorelowany z właściwościami obszaru gwiazdotwórczego. Dodatkowo Vivian U zbadała własności pyłu skupionego w centralnej części galaktyki w stosunku do linii H2. Ta analiza wskazuje na to, że pył nie jest jednorodnie rozłożony, lecz występują pewne zagęszczenia związane z falą uderzeniową pochodzącą z wpływu z AGN.

Dzięki nowym, wykonanym w wysokiej rozdzielczości obrazom z JWST autorzy pracy przeanalizowali geometrię gazu i pyłu wokół jądra NGC 7469 i odkryli, że wpływ AGN wydaje się oddziaływać z ośrodkiem międzygwiazdowym tej galaktyki. Jest to pierwsza tego typu praca. Z pewnością z teleskopem JWST w niedalekiej przyszłości zdobędziemy więcej informacji dotyczących roli AGN w regulacji formowania się gwiazd.

Katarzyna MAŁEK

Departament Badań Podstawowych, Zakład Astrofizyki,
Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Oparte na artykule Vivian U i inni „GOALS-JWST: Resolving the Circumnuclear Gas Dynamics in NGC 7469 in the Mid-Infrared” przyjętym do publikacji w czasopiśmie *The Astrophysical Journal Letters* (arXiv:2209.01210).

wiosna, a kilka dni wcześniej – półroczny okres, gdy dzień jest dłuższy od nocy. W nocy z soboty 25 marca na niedzielę 26 marca nastąpi zmiana czasu na letni. Należy pamiętać o przestawieniu zegarów o godzinę do przodu.

Noce w pierwszej połowie marca rozświetli jasna tarcza Księżyca, który rozpocznie miesiąc w fazie ponad 70% na pograniczu gwiazdozbiorów Bliźniąt i Woźnicy, górując wieczorem na wysokości aż 65° – obecnie jego orbita jest wychylona maksymalnie na północ i na południe.

Rano 3 marca zachodząca tarcza Księżyca oświetlona w 83% przejdzie 2,5° od Polluksa, najjaśniejszej gwiazdy Bliźniąt. Trzy dni później, znowu nad ranem, już prawie pełna księżycowa tarcza zbliży się na 3,5° do Regulusa, najjaśniejszej gwiazdy Lwa. Pełnię blasku Srebrny Glob osiągnie 7 marca po południu naszego czasu, świecąc wciąż na tle Lwa, choć przy granicy z Panną.

Po drodze do ostatniej kwadry naturalny satelita Ziemi w nocy z 9 na 10 i 10 na 11 marca spotka się najpierw ze Spiką, najjaśniejszą gwiazdą Panny. Podczas obu nocy dystans między tymi ciałami niebieskimi wyniesie około 7°, a księżycowa tarcza pokaże fazę najpierw 93%, a potem 88%. Rano 12 marca Srebrny Glob przejdzie niewiele ponad 2° od Zuben Elgenubi w Wadze.

Ostatnią kwadrę Księżyc osiągnie 15 marca na pograniczu gwiazdozbiorów Wężownika, Skorpiona i Strzelca, a ze względu na to, że przebywa wtedy ponad 6° pod ekliptyką, pojawi się na nieboskłonie dopiero po godzinie 2 i przetnie południk lokalny 3 godziny później na wysokości zaledwie 12°. Dobę wcześniej jego tarcza wszędzie niecały stopień od Antaresa, najjaśniejszej gwiazdy Skorpiona. Potem Księżyc podąży ku nowiu, przez który przejdzie 21 dnia miesiąca, prawie 24 godziny po przecięciu przez Słońce równika niebieskiego. Jednak ze względu na niekorzystne nachylenie ekliptyki naturalny satelita Ziemi zniknie w zorzy porannej już kilka dni wcześniej, ale można próbować go dostrzec tuż przed wschodem Słońca na jasnym już niebie kilka stopni nad południowo-wschodnią częścią nieboskłonu.

Jednym z ciekawszych wydarzeń astronomicznych marca jest spotkanie **Wenus** z **Jowiszem** na początku miesiąca. Do największego zbliżenia obu planet dojdzie 2 marca około godziny 8 rano naszego czasu, gdy Wenus zbliży się do Jowisza na 30', czyli tyle, ile wynosi średnica kątowa Słońca lub Księżyca. Niestety wtedy obie planety giną w blasku dnia. Wieczorem w dniach bezpośrednio przed i po koniunkcji obie planety przedzieli odległość o 10' większa.

Wenus w marcu jest widoczna coraz lepiej. Jej elongacja od Słońca się zwiększa i jednocześnie planeta zbliża się do Ziemi, stąd zmniejsza się faza i rośnie rozmiar kątowy jej tarczy. Jowisz przeciwnie: dąży do kwietniowego spotkania ze Słońcem i oddala się od nas (a raczej my od niego). Na początku miesiąca o zmierzchu Wenus wraz z Jowiszem zajmują pozycję na wysokości ponad 15° nad zachodnią częścią nieboskłonu. Jowisz jeszcze w marcu zniknie w zorzy wieczornej, Wenus natomiast zwiększy wysokość nad widnokregiem do ponad 20°. Największa planeta Układu Słonecznego do końca widoczności utrzyma jasność na poziomie -2^m i średnicę kątową tarczy 34". Tarcza Wenus także zmieni się niewiele: jej jasność wyniesie -4^m , średnica kątowa zwiększy się do 14", faza zaś spadnie z 86% do 78%. Planeta przejdzie niewiele ponad 1° od Urana 30 marca.

Jowisz na pożegnanie spotka się z bardzo cienkim sierpem Księżyca i planetą Merkury. Srebrny Glob zacznie pojawiać się na wieczornym niebie zaraz po nowiu 21 marca. Już 22 dnia miesiąca można próbować dostrzec księżycowy sierp w fazie 1% (24 godziny po nowiu). W czasie 30 minut po zachodzie Słońca pokaże się on 3° pod Jowiszem

i zajdzie niewiele ponad pół godziny później. Ze względu na jasne jeszcze tło nieba warto w poszukiwaniach Księżyca wspomóc się lornetką. Dwie doby później już znacznie lepiej widoczny Księżyc w fazie 11% pokaże się 3° od Wenus. O tej samej porze zdąży się wznieść na wysokość 30°.

Do końca miesiąca Srebrny Glob spotka się jeszcze z Plejadami 25 i 26 marca w fazie odpowiednio 18% i 27% (drugiego z wymienionych dni przejdzie 8° na północ od Aldebarana). Księżycowa tarcza w fazie 38% 27 marca zbliży się na 2° do El Nath, drugiej co do jasności gwiazdy Byka, kolejną dobę zaś ma zarezerwowaną na spotkanie z planetą Mars. Wieczorem oba ciała Układu Słonecznego przedzieli dystans 3°, a Księżyc osiągnie I kwadrę. W przedostatnią noc miesiąca, 30 marca, zwiększając fazę do 65%, Księżyc minie Polluksa w odległości 5°.

Planeta **Merkury** 17 marca przejdzie za Słońcem, a następnie podąży ku maksymalnej elongacji wschodniej, którą osiągnie 11 kwietnia. Niestety oddali się wtedy tylko na odległość 19°. Merkurego można zacząć szukać przez lornetkę gdzieś od 27 dnia miesiąca, gdy 30 minut po zachodzie Słońca razem z Jowiszem zajmie pozycję na wysokości 6°, tworząc parę o rozpiętości 1,5°. W tym momencie jasność Merkurego osiągnie $-1,4^m$. W kolejnych dniach Merkury stopniowo zwiększy wysokość do 12° w dniu maksymalnej elongacji. Do 31 marca jasność planety spadnie do $-1,1^m$, a jej tarcza zwiększy średnicę do 6" i zmniejszy fazę do 80%.

Czerwona Planeta w marcu pokona 14° na tle gwiazdozbiorów Byka i Bliźniąt. **Mars** 9 marca przejdzie 3° na południe od El Nath, drugiej co do jasności gwiazdy Byka, a 26 dnia miesiąca zawita do Bliźniąt i 3 dni później minie jasną gromadę otwartą M35 w odległości niewiele przekraczającej 1°. Przez cały miesiąc jasność planety zmniejszy się z $+0,4^m$ do $+1^m$, a średnica jej tarczy spadnie do 6". Warunki obserwacyjne Marsa nadal są bardzo dobre. Na początku nocy astronomicznej planeta przebywa po południowej stronie nieba, choć już po minięciu południka lokalnego, na wysokości przekraczającej 50°, znikając za widnokregiem około godziny 3.

21 marca w opozycji do Słońca znajdzie się planeta karłowata (1) Ceres, która zacznie miesiąc na granicy Panny i Warkocza Bereniki, jakieś 5,5° na północny zachód od gwiazdy 3. wielkości Vindemiatrix (ϵ Vir), czyli najbardziej na północ wysuniętej gwiazdy głównej figury Panny. Planeta ta i w kolejnych dniach podąży na północny zachód w głąb tego drugiego gwiazdozbioru. Przez cały miesiąc Ceres pokona ruchem wstecznym łuk o długości ponad 6° i 11 marca zbliży się na 4' do galaktyki spiralnej M91, a 15 dni później – na zaledwie 2' do jądra kolejnej jasnej galaktyki spiralnej M100. Obie, jako mgiełki, można dostrzec już przez nieduży teleskop. Ceres w marcu osiągnie jasność nieco poniżej $+7^m$, czyli do jej zaobserwowania potrzebna jest przynajmniej lornetka i bezksiężycowa noc. Planeta karłowata przecina południk lokalny po północy na wysokości przekraczającej 50°.

Ariel MAJCHER