

Tegoroczne Perseidy ze względu na różnorakie obowiązkowo przyszło mi spędzić w mieście. Nie przeprowadzałem więc żadnych obserwacji wizualnych (w miejscu, gdzie mieszkam, widoczność z trudem osiąga $+4^m$), zamiast tego zamieniłem warsztat w perseidowe centrum dowodzenia. Na ekranach pojawiły się detekcje z kamer PFN, polowałem na meteory na obrazach Allsky z Suchory, jak też śledziłem pola widzenia kamer systemu ALPS. W pomieszczeniu rozbrzmiewały znajome dźwięki — radiowe meteory, obserwowane gdzieś w świecie i dostępne dzięki transmisjom z serwisu YouTube (podobnie jak z obserwacjami wizualnymi — obserwacje radiowe w wielkim mieście są mocno utrudnione, zanieczyszczenie światłem ma też swój radiowy odpowiednik).

Obserwacje radiowe meteorów w Polsce przez lata opierały się na obecności za wschodnią granicą nadajników telewizyjnych wielkiej mocy nadających na kanale 1 OIRT. Jeszcze ponad rok temu nadajników takich było kilka, a sygnał był tak silny, że do odbioru wystarczył nawet ręczny odbiornik komunikacyjny z teleskopową anteną. Obecnie po wyłączeniu nadajników TV jedynym zdatnym do tego celu sygnałem jest ten nadawany przez francuski radar satelitarny GRAVES. Odbiór GRAVES-a w Polsce to już nieco wyższy poziom trudności, wymagana jest antena kierunkowa i w miarę niski poziom lokalnych zakłóceń. Pewną nietypową alternatywą do obserwacji na własnym sprzęcie może być śledzenie sygnałów transmitowanych online z różnych części świata. Sygnały takie transmitowane są nie tylko podczas maksimum dużych rojów, ale też

na żywo w praktycznie dowolnym momencie (w chwili pisania tych słów na YouTube dostępna była co najmniej jedna transmisja sygnału na żywo). Poniżej interesująca i warta naśladowania analiza takiego sygnału zrealizowana przez studentów podczas praktyk letnich, pod kierunkiem dr hab. Krzysztofa Chyżego z OA UJ. Kilkudniowy nasłuch sygnału pozwolił zaobserwować zarówno właściwe maksimum roju, jak też potwierdziły zaskakująco wysoką aktywność Perseidów w nocy z 13 na 14 sierpnia. Zachęcam wszystkich zainteresowanych do podobnych analiz. Pamiętać przy tym należy że najprościej dokonać jest porównania średniej dobowej aktywności (lub szczytowej aktywności w ciągu doby). Wyznaczanie dokładnych momentów maksimum jest utrudnione przez fakt, że na właściwą aktywność rojów nakłada się jeszcze bardzo złożona funkcja (wzór nadaje się do straszenia naukami ścisłymi) wiążąca między innymi położenie radiantu, charakterystykę anteny i kierunek odbijania echa radiowego od zjonizowanego śladu. W efekcie maksimum radiowe może być obserwowane w momencie najbardziej optymalnym z punktu widzenia geometrii odbicia i może być przesunięte względem maksimum rzeczywistego. Istotny dla wyników może być też fakt, że nawet prosty zestaw do obserwacji radiowych „widzi” meteory znacznie słabsze niż dostrzegalne gołym okiem. W ten sposób możemy dostrzec wielkie maksimum w dziedzinie drobnej materii przy jednoczesnym braku wzrostu aktywności w danych wideo czy też wizualnych. Zachęcam do zapoznania się z wynikami młodych uczonych, życzę miłej lektury.

Przemysław Żółtek

RADIOWE ŁZY ŚWIĘTEGO WAWRZYŃCA

 **Klaudia Czarnik, Patryk Liniewicz, Katarzyna Szawkało, Agata Szkodzińska, Zuzanna Wawro**

Letnie nocne niebo od zawsze zachwyca astronomów i pasjonatów na całym świecie. Żelaznym punktem obserwacji są sierpniowe przeloty meteorów z roju Perseidów, zwane też łzami św. Wawrzyńca. Nie chcąc przegapić tak wspaniałego spektaklu, postanowiliśmy nie tylko go podziwiać, ale również zbadać.

Proces spalania meteoru pozostawia po sobie niewielkie ilości zjonizowanej plazmy. Kiedy meteoroid wpadnie w ziemską atmosferę, rozgrzewa się i tworzy świecący ślad meteorowy [2], który może odbijać fale radiowe, zmieniając kierunek ich propagacji. Jak wiadomo, długie fale radiowe można obserwować zarówno w dzień i w nocy, niezależnie od pogody. Czy możemy zatem wykorzystać ten fakt w celu przeprowadzenia radiowych zliczeń?

Założmy, że dysponujemy dwoma urządzeniami — nadajnikiem i odbiornikiem sygnału radiowego meteorów. Umieszczamy je w różnych miejscach na Ziemi w taki sposób, by krzywizna planety uniemożliwiła propagację sygnału bezpośrednio między antenami. Wyemitowany sygnał trafia do atmosfery, a następnie może odbić się od zjonizowanej plazmy meteoru, co umożliwia jego zarejestrowanie przez odbiornik. Metodę tę, zwaną metodą echa radiowego, ilustruje rys. 1.

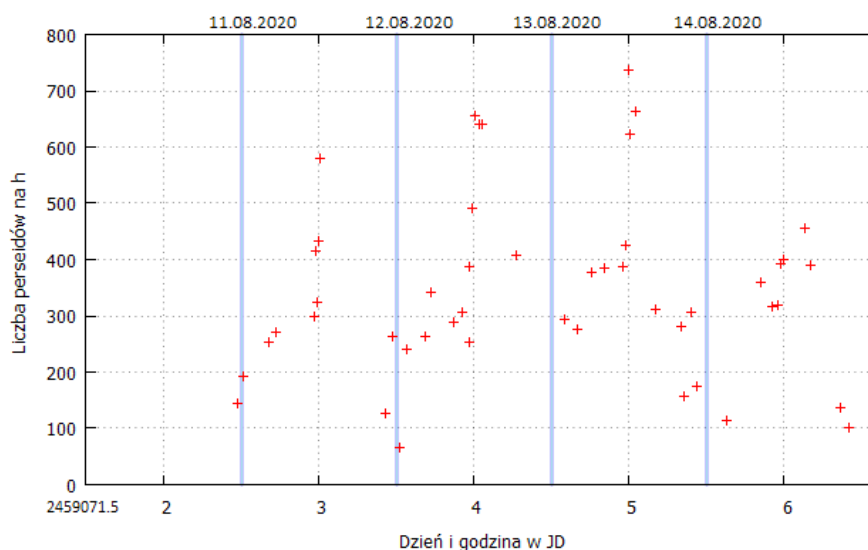
Taką właśnie metodą przeprowadziliśmy zliczenia Perseidów, w ramach praktyk wakacyjnych w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie¹. Do wykonania

¹ Praktyki radioastronomiczne odbywaliśmy pod wnikliwym okiem dr. hab. Krzysztofa Chyżego, prof. UJ.

zliczeń wykorzystaliśmy istniejące już urządzenia — antenę typu Yagi i prosty odbiornik radiowy (tzw. TV Dongle) znajdujący się w Waszyngtonie, w Dystrykcie Kolumbii w USA, odbierający odległy o około 1100 km sygnał z nadajnika telewizyjnego w Timmins w Ontario w Kanadzie, działającego w pasmie 61,26 MHz. Wyniki dostępne są na żywo ze strony internetowej www.livemetears.com. Zależało nam, by w zliczeniach uzyskać dane w możliwie największym przekroju czasowym. Z tego względu pomiary rozpoczęliśmy dzień przed przewidywanym maksimum roju Perseidów [3], a więc 11 sierpnia, a skończyliśmy je dwa dni po nim — 14 sierpnia. Maksimum dzienne meteorów obserwowane jest o wschodzie Słońca czasu lokalnego, co wynika z ruchu obiegowego Ziemi wokół Słońca. Ponieważ obserwacje prowa-

dzone były w USA, gdzie wschód Słońca miał miejsce w okolicach godziny 5:30 (czasu strefowego GTM-4), maksimum zliczeń powinno przypaść na okolice godziny 11:30 czasu środkowoeuropejskiego letniego. Skupiliśmy się jednak na obserwacjach zarówno maksimum, jak i minimum dobowego, mającego miejsce 12 godz. później. Polegały na wizualnym zliczaniu sygnałów zarejestrowanych przez odbiornik. Ponieważ podczas maksimum pojedyncze ślady meteorów często zlewały się w jeden, stąd przyjęliśmy dość arbitralnie, że sygnał trwający dłużej niż 12 s oznacza meteor podwójny. Zliczenia przeprowadziliśmy w sesjach trwających od 10 do 15 min a następnie wyniki ekstrapolowaliśmy do średniej liczby meteorów na godzinę.

Na wykresie przedstawiającym liczbę zliczeń na godzinę wyraźnie widoczne są maksima dobowe przypadające o przewidywanej porze. Możemy jednak dokonać jeszcze jednej ciekawej obserwacji: według naszych zliczeń, maksimum roju, a więc maksymalna liczba meteorów w ciągu godziny, miało miejsce 13 sierpnia. Najbardziej interesujący jest tu fakt, że według przewidywań powinno ono



Rys. 2. Wykres przedstawiający wyniki radiowych obserwacji Perseidów. Zliczenia z kolejnych serii obserwacyjnych, znormalizowanych do liczby meteorów na godzinę, są przedstawione w postaci krzyżyków. Pionowe linie oddzielają kolejne doby w czasie UTC+2h

mieć miejsce dzień wcześniej, a więc 12 sierpnia [3]. Ten zaskakujący rezultat potwierdzają wyniki obserwacji radiowych przeprowadzonych w 39 krajach [4].

Warto wspomnieć o problemach, z którymi musieliśmy mierzyć się podczas przeprowadzania zliczeń.

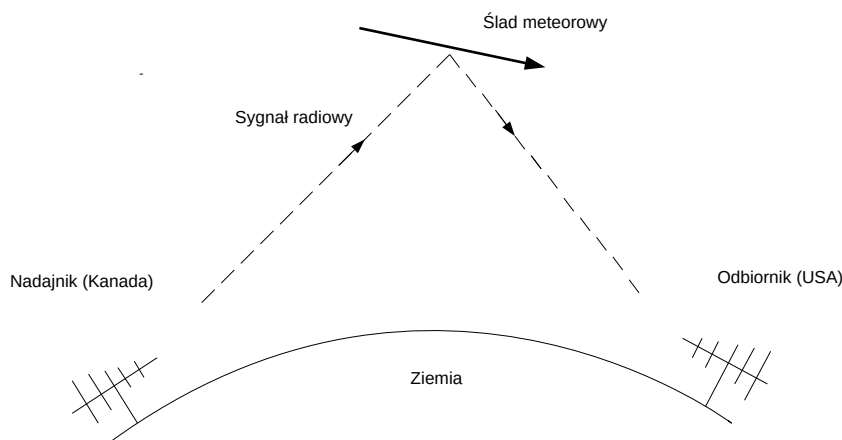
Ślady meteorowe nie są jedynymi obiektami w atmosferze mogącymi odbijać sygnały radiowe. Taka sytuacja może mieć miejsce również w przypadku przelotu dronów czy samolotów.

O ile w przypadku tych drugich sygnał jest najczęściej bardzo długi, co powoduje wątpliwości przy jego interpretacji, o tyle gdy obiektem odbijającym jest dron, poprawna interpretacja sygnału jest bardzo trudna, a czasem wręcz niemożliwa. Z tego powodu tak ważna jest zgodność naszych wyników z rezultatami obserwacji przeprowadzonych w innych miejscach na Ziemi. Okazuje się, że 13 sierpnia Perseidy faktycznie wykazały niespodziewanie wysoką aktywność.

Ponieważ radiowe zliczenia meteorów można przeprowadzać o dowolnej porze i to nie wychodząc z domu, godne są one polecenia każdemu, i to nie tylko w czasie spodziewanych rojów.

Literatura

- [1] https://www.amsmeteors.org/2020/08/viewing-the-perseid-meteor-shower-in-2020/?fbclid=IwAR2k70ARsSRMny8BP1yfiJFoP_RA2kFTkCjezRo9dTbML3QKqDpdWeCrX9g
- [2] <http://www.livemeteors.com/Detecting%20meteor%20radio%20echoes%20using%20the%20RTLSDR.pdf>
- [3] <https://www.nasa.gov/mediacast/jpl/whats-up-august-2020>
- [4] <https://www.meteornews.net/2020/08/22/delta-aquariids-and-perseids-2020-radio-meteorobservation-report-in-the-world/>



Rys. 1. Schemat przedstawiający metodę radiowych zliczeń meteorów z roju Perseidów. Ze względu na krzywiznę Ziemi sygnał radiowy nie może bezpośrednio trafić z nadajnika znajdującego się na przykład w Kanadzie do odbiornika zlokalizowanego w USA. Sygnał taki może jednak dotrzeć do odbiornika, kiedy odbije się od śladu meteorowego