

XI SEMINARIUM PKiM W WARSZAWIE

Mamy potwierdzenie rezerwacji naszych miejsc w apartamentach CAMK-u, w związku z tym ostateczny termin seminarium to 16 - 18 grudzień b.r. Zachęcamy mocno do uczestnictwa. W programie między innymi referaty panów Józefa Smaka, Krzysztofa Ziolkowskiego, Andrzeja Udalskiego, Grzegorza Sitarskiego, Krzysztofa Jahna i Piotra Grzywacza. Na zgłoszenia czekamy do końca listopada!

Poniżej zamieszczamy artykuł autorstwa Martina Beecha i Petera Browna wydrukowany w 1993 roku w *Monthly Notices of R.A.S.*, a prezentowany tu dzięki pracy Piotra Grzywacza.

MOŻLIWOŚĆ ZDERZEŃ METEOROIDÓW Z ROJU PERSEID ZE SZTUCZNYMI SATELITAMI ZIEMI

Wprowadzenie

Pędząc z prędkością rzędu 60 km/s typowy meteoroid z roju Perseid o jasności 2.5 mag. i masie około 2.5 mg. ma energię kinetyczną 4.5 kJ. Gdyby przypadkiem taki meteoroid uderzył w sztucznego satelitę, satelita taki uległby ciężkiemu uszkodzeniu. W rzeczy samej, dane doświadczalne uzyskane przez Laurence'a i Brownlee sugerują, że rezultatem takiej kolizji byłby krater uderzeniowy o średnicy 5 cm. W "normalnych" warunkach gęstość przestrzenna meteoroidów o masie rzędu mikrograma, zarówno z rojów jak i sporadycznych, jest tak niska, że zderzenia satelitów z tymi obiektami są wysoce nieprawdopodobne. Uważa się, że za ogromną większość zderzeń byłyby odpowiedzialne cząstki powstałe na skutek ludzkiej eksploracji kosmosu. Od czasu wystrzelenia *Sputnika* w październiku 1957 roku jedynym istotnym deszczem meteorów, kiedy to liczby godzinne sięgały kilku tysięcy, był deszcz Leonid z 17 listopada 1966 roku. Rodzina okołoziemskich satelitów rozrosła się dramatycznie od 1966 roku i w konsekwencji możliwość zniszczenia satelitów w trakcie deszczu zasługuje na dokładne zbadanie. Potrzeba takich poszukiwań rośnie na skutek możliwości wystąpienia wzmożonej aktywności tegorocznego (1993) roju Perseid.

Rój Perseid

Perseidy to jeden z aktywniejszych rojów meteorów. Jego stosunkowo stabilna aktywność wskazuje, że jest to stary i trwały rój. Od dawna już kometę okresową P/Swift-Tuttle znana jest jako ciało macierzyste tego strumienia. Przez ostatnie kilka lat International Meteor Organization (IMO) prowadziła obszerne badania Perseid. Badania te ujawniły wydadne, lecz krótkotrwałe (rzędu 1h) wtórne maksimum aktywności. Ten nowy pik został skojarzony z materiałem niedawno wyrzuconym z komety Swift-Tuttle. Obserwatorzy z Chin i Japonii donosili, że Zenitalne Liczby Godzinne (ZHR) sięgały 1000 w 1992 roku, kiedy to Ziemia zbliżyła się do owego nowego zgęszczenia roju Perseid. Wzajemne położenia Ziemi i roju Perseid w tym roku wskazują, że Ziemia znajdzie się wewnątrz strumienia meteoroidów, za kometą Swift-Tuttle. Zakładając, że maksimum nastąpi przy tej samej rektascencji Słońca co w 1992 roku, szacuje się, że początek wzrostu aktywności nastąpi ok. godz. 1.00 UT 12 VIII (patrz wykres na pierwszej stronie *Cyrqlarza* no. 69! - P.G.).

Prawdopodobieństwa zderzeń w razie deszczu meteorów

Perseidy dają w czasie maksimum ZHR rzędu 100. Koschack i Roggemans pokazali, że ta wielkość jest równoważna 180 cząstkom mogącym dać zjawisko meteoru jaśniejszego od 6.5 mag. na 10^9 km³. W kategoriach masy meteory jaśniejsze od 6.5 mag. to drobiny o masach ≥ 1 mg. W razie deszczu meteorów ZHR znacznie przewyższy 100. W czasie deszczu Leonid z 1966 roku w maksimum rejestrowano około 40 meteorów na sekundę. Rój Leonid z 1833 roku, mimo że słabo udokumentowany, uważany jest za jeszcze obfitszy. Gdyby przypadkiem wybuch aktywności Perseid dał liczbę zjawisk porównywalną z deszczami Leonid, to możliwe są ZHR rzędu 100000. Wysoka aktywność Perseid była obserwowana w 1861 roku i podczas ostatniego przejścia komety Swift-Tuttle w 1863, ale wielkości maksimum nie są znane.

Na temat czasu trwania wzmożonej aktywności Perseid w tym roku obecnie można jedynie spekulować. Pin-xin rejestrował zwiększoną aktywność roju przez około 1 godz. w roku 1992. Jednakże dla deszczu Leonid z 1966 roku ZHR przekraczała 100000 jedynie przez 20 - 40 minut. Podczas deszczu Draconid w 1946 roku ZHR osiągała maksimum tylko przez 10 minut. Dlatego też rozsądnie jest założyć, że deszcz Perseid może potrwać od 10 do 30 minut.

Na podstawie współczynnika gęstości przestrzennej cząstek otrzymanego przez Koschacka i Roggemansa strumień meteoroidów (dających zjawiska jaśniejsze od 6.5 mag.) dla Perseid przy ZHR=100 będzie równy $10^{-11} \frac{\text{meteoroidów}}{\text{m}^2\text{s}}$. Trzeba zauważyć, że jest to wartość zaniżona, gdyż nie uwzględnia mniejszych cząstek

dających słabe meteory. W czasie deszczu meteorów strumień meteoroidów wzrośnie o czynnik 10^3 . Da to w wyniku prawdopodobieństwa zderzeń przedstawione w tabeli 1. Zakładając, że słabo znany maksymalny strumień meteoroidów i sam czas trwania deszczu, ryzyko trafienia może się różnić o czynnik 10 od wartości w tabeli 1.

| Czas trwania deszczu (min) | Powierzchnia satelity (m^2) | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-------|------|------|
| | 5 | 10 | 50 | 100 |
| 10 | 0.003 | 0.006 | 0.03 | 0.06 |
| 20 | 0.006 | 0.012 | 0.06 | 0.10 |
| 40 | 0.012 | 0.020 | 0.10 | 0.20 |

Tabela 1 Prawdopodobieństwa trafień (w %) satelity przez meteoroidy z roju Perseid dla kilku kombinacji czasu trwania deszczu i powierzchni wystawionych na uderzenia.

Dla małych satelitów, o powierzchni rzędu $5 m^2$, prawdopodobieństwo trafienia konkretnego satelity jest minimalne, ale biorąc pod uwagę dużą liczbę obiektów tej wielkości (kilka tysięcy!) możliwość zderzenia istnieje. (Dla czasu trwania deszczu 40 min. i 5000 satelitów prawdopodobieństwo, że co najmniej jeden zostanie trafiony wynosi 45% - P.G.). Dla obiektów o powierzchniach rzędu $100 m^2$ możliwość zderzenia jest ciągle mała ale już nie zaniedbywalna. Stwierdzamy w szczególności, że powierzchnie boczne HST i wahadłowca dochodzą do $100 m^2$. Shara i Johnston oszacowali, że istnieje 0.1% prawdopodobieństwo trafienia HST przez jednometrowego satelitę w okresie 17 lat. Jest to porównywalne z prawdopodobieństwem zderzenia z Perseidem w czasie 40 minutowego deszczu. Możliwość trafienia rośnie ze wzrostem powierzchni obiektu. W bliskiej przeszłości spodziewać się można rozmieszczenia na orbicie okołozemskiej dużych konstrukcji i tak powierzchnia proponowanej stacji kosmicznej ma być rzędu $1000 m^2$. Kiedy obiekty mieszkalne tych rozmiarów staną się czymś powszechnym na orbicie, konsekwencje uderzeń meteoroidów będą musiały być gruntownie zbadane. W razie, na przykład, deszczu Perseid ryzyko uderzenia bryłki w obiekt rozmiarów stacji kosmicznej rośnie do kilku procent i dla 40 minutowego deszczu przy ZHR=100000 jest porównywalne z ryzykiem kolizji z przypadkową bryłką dla 30 letniego przebywania w kosmosie.

Wnioski

Stwierdzamy, że ryzyko trafienia satelitów przez ciała z roju Perseid w razie wystąpienia deszczu jest małe ale niezaniebnywalne. Prawdopodobieństwo uderzenia w obiekt rozmiarów HST czy wahadłowca wynosi około 0.1%.

oprac. Piotr Grzywacz

Jak doskonale wiadomo w sierpniu 1993 roku żadnego deszczu meteorów niestety nie było. A jednak!!!

W nocy z 11 na 12 sierpnia (patrz wykres w *Cyrylarzu* no. 69!) satelita Europejskiej Agencji Kosmicznej *Olympus* zaczął wymykać się spod kontroli. Ten 2.5-tonowy satelita wystrzelony w 1989 roku służył do testowania nowych technologii telekomunikacyjnych. Rozpaczliwe próby ocalenia satelity podejmowane przez techników ESA nie przynosiły rezultatu i jedyne co pozostało kontrolerom lotu to, za pomocą pozostałego paliwa, zepchnąć pechowca z zatłoczonej orbity geostacjonarnej na rok przed planowanym zakończeniem misji. Ustąpił on miejsca szczęśliwcom, którzy uniknęli... no właśnie: czego?! - zwykłej awarii, czy też spotkania z meteoroidem?

na podst. *Astronomy* 2/94

Dla ciekawych dodam, że do obliczania prawdopodobieństwa zderzeń dla wielu satelitów świetnie nadaje się rozkład Poissona: $P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} * e^{-\lambda}$ gdzie k - liczba "sukcesów" (trafionych satelitów), $\lambda = n * p$, p - prawdopodobieństwo trafienia pojedynczego satelity, n - liczba satelitów.

Na przykład obliczamy jakie jest prawdopodobieństwo trafienia co najmniej jednego z 1000 satelitów o powierzchni $10 m^2$ dla 40-min. deszczu. Z tabeli 1 $p=0.0002$ (Uwaga: w tabeli dane są w procentach) wtedy $\lambda = n * p = 1000 * 0.0002 = 0.2$. Ponieważ prawdopodobieństwo zderzenia co najmniej jednego jest przeciwne prawdopodobieństwu, że żaden nie zostanie trafiony, mamy: $P(k \geq 1) = 1 - P(0)$. Tak więc podstawiając otrzymujemy: $P(k \geq 1) = 1 - \frac{0.2^0}{0!} * e^{-0.2} = 1 - e^{-0.2} \approx 0.18 = 18\%$. Obliczmy prawdopodobieństwo trafienia równo trzech satelitów: $P(k=3) = \frac{\lambda^3}{3!} * e^{-\lambda} = \frac{0.008}{1 * 2 * 3} * e^{-0.2} \approx 0.001 = 0.1\%$

Piotr Grzywacz

Dotychczas Pracowni Komet i Meteorów udawało się pisać tylko opracowania obserwacji dużych rojów takich jak Perseidy czy Orionidy (vide "Urania" 12/92, 7-8/93, 2/94, "Astronomia Amatorska" 2/91). Wynikało to stąd, że tylko te roje jako znane i aktywne były częściej i chętniej obserwowane. Rzecz jasna nadchodziły też obserwacje innych, słabszych rojów, ale z powodu słabych warunków pogodowych i małego nimi zainteresowania obserwacji było zbyt mało by nadawały się one do opracowania.

Tym razem jednak stało się inaczej i natychmiast dało to ciekawe rezultaty. Przyczyn tej zmiany należy upatrywać w dwóch rzeczach. Po pierwsze rój α -Cygnid jest wygodny do obserwacji (cieple czerwcowo-lipcowe noce, duża wysokość radiantu nad horyzontem), po drugie w ostatnim czasie PKiM zwiększyła dwukrotnie liczbę swoich współpracowników. Czynniki te wpłynęły na to, że w sumie od 14 obserwatorów otrzymaliśmy 76.5 godzin obserwacji, podczas których udało się dostrzec 49 meteorów z roju α -Cygnid. Ponieważ to dzięki pracy owych 14 osób powstało to opracowanie, pozwolę sobie wymienić ich nazwiska (w nawiasach podano liczbę godzin obserwacji): Arkadiusz Olech (21), Maria Woźniak (10), Krzysztof Socha (9), Marek Dębski (5.5), Paweł Zawół (5.5), Maciej Kwinta (4.5), Krzysztof Gdula (3.5), Tomasz Piotrowski (3.5), Urszula Majewska (3), Piotr Grzywacz (3), Łukasz Kulig (2.5), Przemysław Kulig (2.5), Bartosz Gólszewicz (2), Elżbieta Brembor (1).

W materiałach, które dotychczas używaliśmy do obserwacji, danych na temat α -Cygnid było niewiele. Wiadomo było, że są one aktywne od 17 VI do 31 VII, maksymalna obserwowana liczba godzinna wynosi 6-7 meteorów i że rój odznacza się białymi meteorami o średniej prędkości. W ogóle nie była znana data jego maksimum.

Popatrzmy teraz na rysunek nr 1. Przedstawia on aktywność roju α -Cygnid w okresie od 20 VI do 30 VII. Na osi poziomej odłożono datę, a na osi pionowej Zenitalną Liczbę Godzinową - ZHR (dla przypomnienia dodam, że jest to liczba meteorów jaką obserwowałby jeden obserwator w idealnych warunkach - widoczność 6.5 mag. - w momencie gdy radiant roju jest w zenicie). Od razu widać dwie ciekawe rzeczy. Po pierwsze bardzo wyraźnie odznacza się maksimum aktywności w nocy z 9 na 10 lipca z ZHR=9.4. Potem aktywność lekko spada do ZHR=6.3, a jeszcze później do ZHR=4.3, by noc potem powrócić do zwykłej aktywności wynoszącej 1-2 meteory. Pewną trudność do interpretacji wnosi fakt, że dwie maksymalne wartości ZHR tzn. w nocy z 9 na 10 VII i z 10 na 11 VII są uzyskane z pojedynczych obserwacji. Najpewniejszy jest punkt z nocy z 11 na 12 VII bowiem jest to już średnia z kilku godzin obserwacji wykonanych przez kilku obserwatorów w różnych miejscach. Trudno więc jednoznacznie stwierdzić kiedy wystąpiło maksimum, ale śmiało można zaznaczyć, że obserwowano wzmogoną aktywność w dniach 9-11 lipca.

Nie udało się tych danych porównać z obserwacjami z International Meteor Organization jako, że przez nich rój α -Cygnid został uznany za zbyt mało aktywny by go wizualnie obserwować. Okazuje się więc, że nie zawsze należy spisywać rój na straty. Radziłbym więc już przygotować się do obserwacji α -Cygnid w przyszłym roku. Miejmy nadzieję, że następne obserwacje potwierdzą i ulepszą wyniki prezentowane w tym opracowaniu.

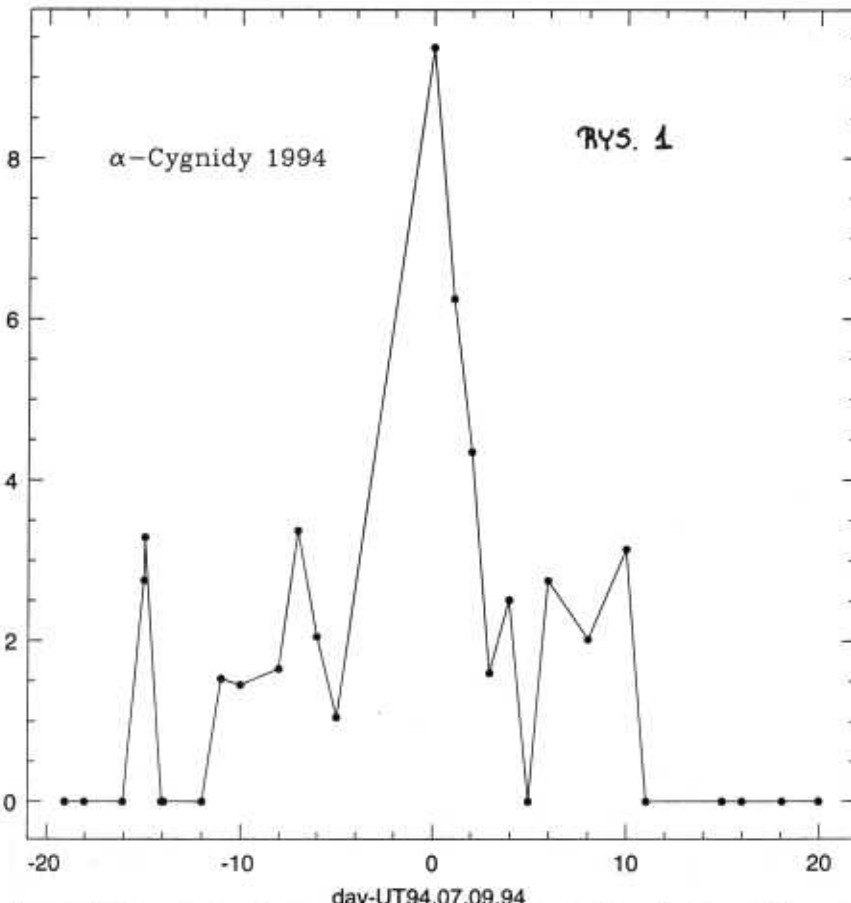
Drugą rzeczą jaką charakteryzuje się wykres na rysunku nr 1 jest inny zakres aktywności roju. Widać, że można go obserwować nie w dniach 17 VI - 31 VII ale raczej w okresie 23 VI - 21 VII.

Co prawda udało nam się zaobserwować tylko 49 meteorów z tego roju, ale na ich podstawie da się wyciągnąć kilka wniosków natury statystycznej. I tak 65% meteorów było białych, 6% żółtych, 24.5% nieokreślonych. 23 meteory zostały ocenione jako szybkie, 3 o prędkości średniej, 2 bardzo szybkie i 1 wolny. Sześć meteorów pozostawiło za sobą smugi, a dwa ślady. Średnia jasność tegorocznych α -Cygnid wynosiła $J_{ir}=2.5$ mag. Podsumowując można stwierdzić, że α -Cygnidy charakteryzują się białymi, szybkimi meteorami o średniej jasności z niewielką ilością smug i śladów.

Zbyt mała ilość obserwacji nie pozwala na przedstawienie szerszej analizy. Pozostaje nam mieć nadzieję, że w przyszłym roku i pogoda i chęci obserwatorów dopiszą, co pozwoli na zebranie dużo większej liczby obserwacji. Ze swojej strony mogę obiecać, że jeśli tak się stanie nie omieszkam przedstawić podobnego opracowania w roku przyszłym. Wszystkich chętnych do wspomnienia nas swoimi obserwacjami proszę o kontakt pod adres: Pracownia Komet i Meteorów, Arkadiusz Olech, ul. Żwirki i Wigury 11/34, 83-000 Pruszcz Gdański. (proszę przesłać zaadresowaną do siebie kopertę i znaczek pocztowy).

Arkadiusz Olech

ZHR



α -Cygnidy 1994

RYS. 1

RYS. 1. WYKRES AKTYWNOŚCI α -CYGNID W 1994 ROKU. NA OSI POZIOMEJ ODŁOŻONO DZIEŃ - MOMENT MAKSYMUM (94.07.09, 94 UT), A NA OSI PIONOWEJ ZHR.

PONIŻEJ MAPKA DO OBSERWACJI KOMETY P/BORRELLY W LISTOPADZIE B.R. CENTRUM MAPY $\alpha = 07^h 40^m$
 $\delta = +20^\circ$ (EPOKA 2000.0)
 KRZYŻYKIEM OZNACZONO POŁOŻENIE KOMETY 4 XI 1994 R.

