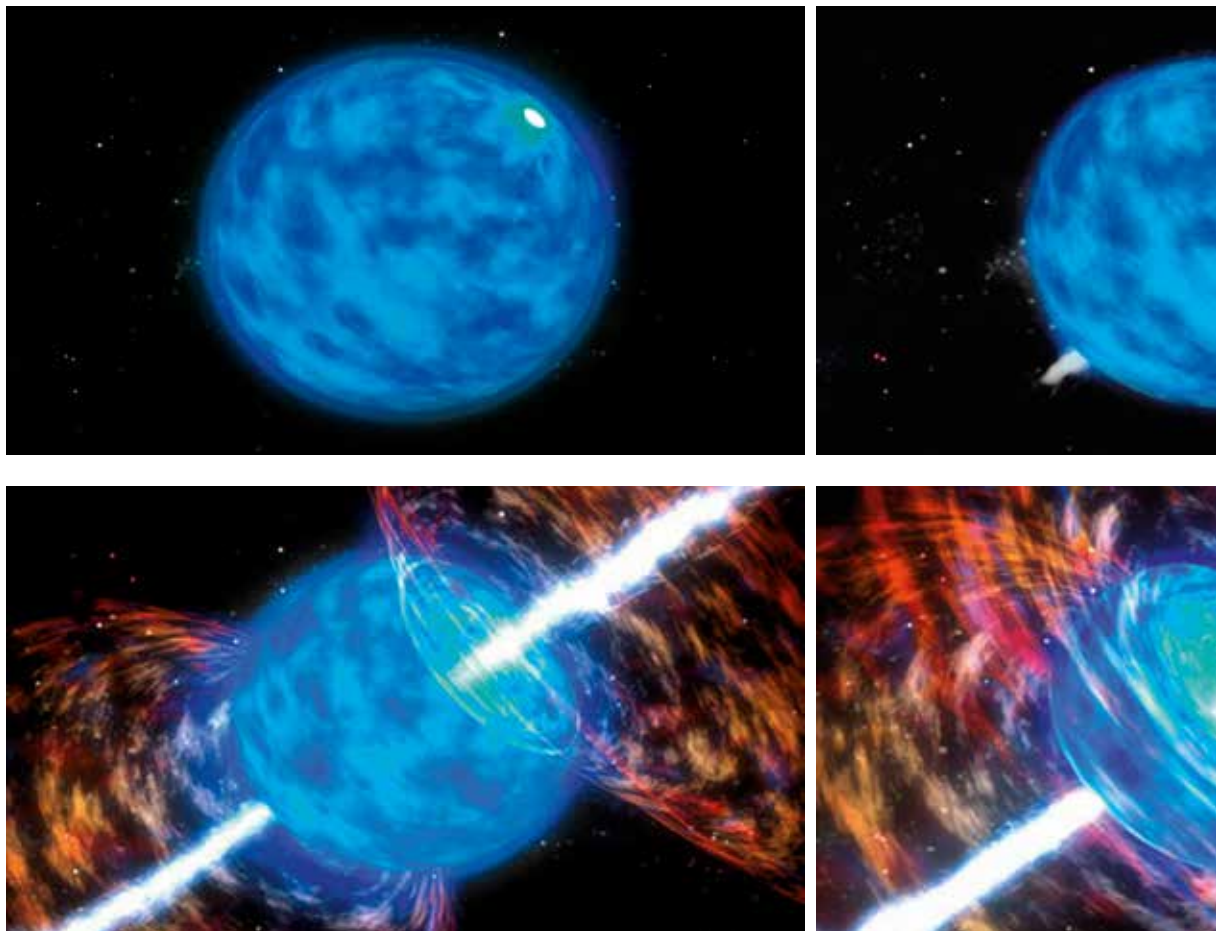


ACADEMIA astronomia

POLOWANIE NA BŁYSKI GAMMA

Rakietę Długi Marsz-2F (chin. Chang Zheng-2F), która wyniosła na orbitę okołoziemską nową chińską stację kosmiczną Tiangong-2 (TG-2), wystrzelono 15 września z Centrum Startowego Satelitów Jiuquan w Chinach. Na pokładzie jest detektor eksperymentu POLAR, w którego przygotowaniu brali udział polscy naukowcy.



Schemat emisji rozbłysku gamma. Większość energii uwalnia się w postaci strug – albo dżetów – wzdłuż osi rotacji i te właśnie strugi widzimy jako błysk gamma

NASA

DETEKTOR POLAR

**mgr inż. Anna Zwolińska,
mgr inż. Dominik Rybka,
dr Jacek Szabelski**

Narodowe Centrum Badań Jądrowych,
Świerk i Łódź

Odkąd w latach 60. XX w. amerykańskie wojskowe satelity Vela pierwszy raz zarejestrowały pochodzące z kosmosu niezwykle silne błyski światła gamma (ang. *gamma-ray bursts*, GRB), stanowią one zagadkę nieustannie intrygującą astronomów. To zjawiska trwające od ułamka sekundy do kilku minut, podczas których z jednego miejsca na niebie przychodzi do nas duża porcja fotonów wysokoenergetycznego promieniowania elektromagnetycznego. Ma ono jeszcze większą częstość niż znane nam promieniowanie rentgenowskie, powszechnie stosowane przy prześwietleniach złamanych kończyn.

Rozbłyski pojawiają się w różnych punktach na niebie, prawie nigdy nie powtarzają się w tym samym

miejscu. Bezpośrednio możemy je rejestrować jedynie z orbity okołozemskiej, gdyż promieniowanie gamma nie dociera z kosmosu do powierzchni Ziemi, chroni nas przed nim gruba warstwa atmosfery. Obserwuje się kilkaset rozbłysków rocznie, a więc przeciętnie prawie codziennie satelity gamma raportują takie zdarzenie.

Przez wiele lat toczyła się dyskusja, czy błyski przychodzą z naszego bliskiego kosmicznego otoczenia (czyli naszej Galaktyki – Drogi Mlecznej, a może nawet z samego Układu Słonecznego), czy też z innych galaktyk, z odległych obszarów Wszechświata. Problem polega na tym, że położenie źródła błysku gamma potrafimy wyznaczyć znacznie mniej dokładnie niż położenie źródeł promieniowania o niższych częstościach. Dlatego długo nie udawało się powiązać błysków z innymi obiektami na niebie. Spór rozstrzygnęła dopiero w latach 90. obserwacja pierwszej „poświaty”, czyli optycznego błysku towarzyszącego błyskowi gamma, która umożliwiła lokalizację galaktyki, z której błysk przyszedł, a potem pomiar jej odległości. Okazało się, że źródła błysków gamma w istocie znajdują się w innych galaktykach odległych często o miliardy lat świetlnych. Warto wspomnieć, że orędownikiem hipotezy o „kosmologicznym” pochodzeniu rozbłysków gamma był wybitny polski astrofizyk prof. Bohdan Paczyński.



**Mgr inż.
Anna Zwolińska**

jest fizykiem, zajmuje się badaniem rozbłysków gamma, analizą danych eksperymentu POLAR, symulacjami komputerowymi.

az@zpk.u.lodz.pl



**Mgr inż.
Dominik Rybka**

jest elektronikiem, zajmuje się projektowaniem systemów dla eksperymentów fizycznych, również działających w kosmosie

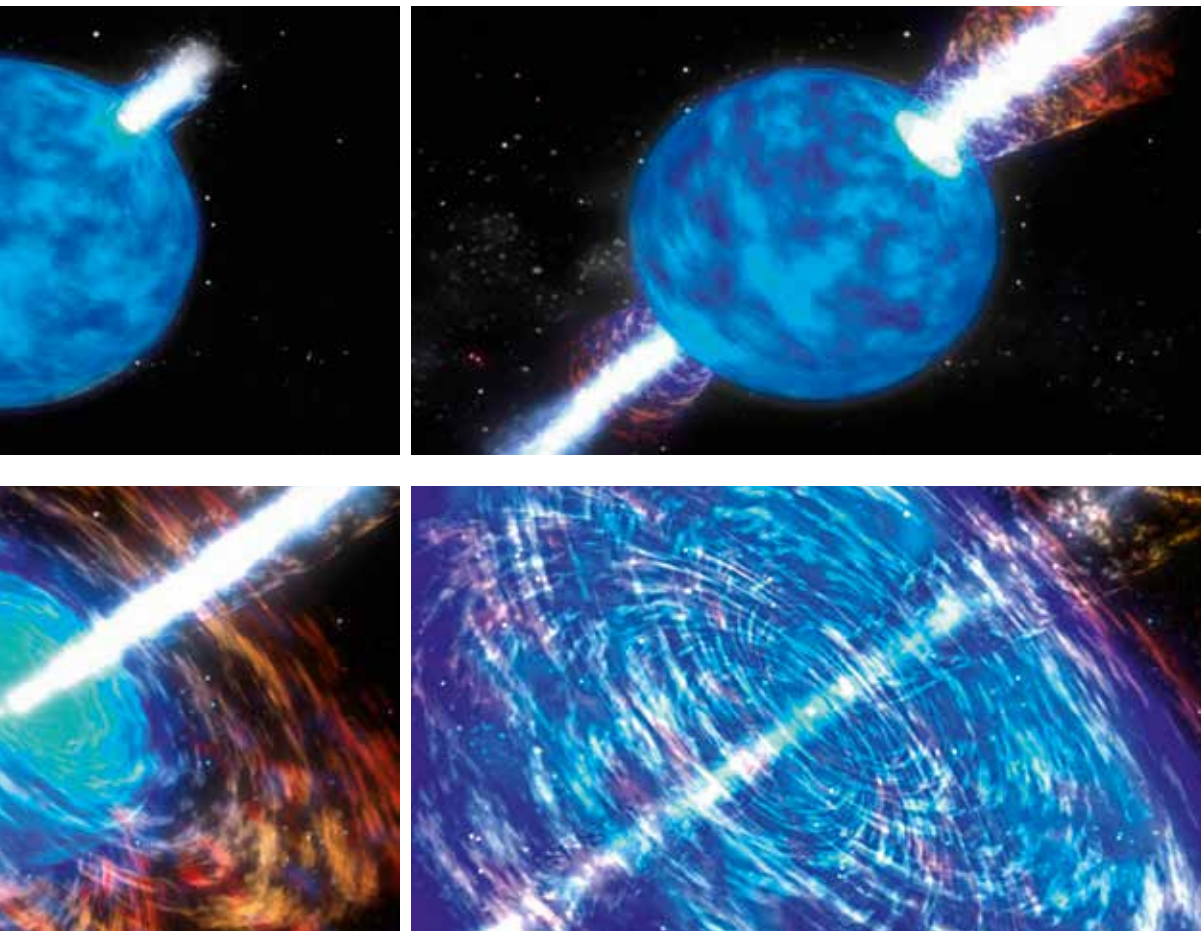
Dominik.Rybka@ncbj.gov.pl



Dr Jacek Szabelski

jest kierownikiem łódzkiej Pracowni Fizyki Promieniowania Kosmicznego Zakładu Astrofizyki

js@zpk.u.lodz.pl



Jasność więcej niż słoneczna

Odkrycie to nie było jednak łatwe do zaakceptowania – a to dlatego, że, aby móc zobaczyć błyski z tak ogromnych odległości, muszą one być stowarzyszone ze zdarzeniami, w których dochodzi do emisji niewy-

branych ilości energii. Obecnie podejrzewa się, że błyski pochodzą od wybuchów, w których uwalniane są w bardzo krótkim czasie energie sięgające 10^{44} dżuli. W trakcie takiej eksplozji wyemitowane zostaje więcej energii, niż Słońce wypromieniuje przez cały okres swojego istnienia.

Jakie procesy mogą być odpowiedzialne za te zjawiska i co dokładnie dzieje się w „centralnym silniku”, z którego pochodzi błysk? Dwa scenariusze uważa się obecnie za najbardziej prawdopodobne. Dłuższe i bardziej energetyczne błyski wiąże się z wybuchami hipernowych – potężniejszych hipotetycznych odpowiedników znanych nam supernowych, kończących życie wyjątkowo masywnych gwiazd. Krótsze błyski z kolei wiązane są ze zderzeniami obiektów zwartych – gwiazd neutronowych albo gwiazdy neutronowej z czarną dziurą.

Nawet jeśli założymy prawdziwość obu scenariuszy, przebieg wybuchu, który prowadzi do emisji tak ogromnych energii, i cechy „centralnego silnika”, który nim steruje, pozostają niejasne. Najbardziej prawdopodobne wydają się modele, w których materia i energia wylatuje w przestrzeń w postaci dwóch stożków (strug, zwanych też dżetami) poruszających się w przeciwnych kierunkach z relatywistycznymi prędkościami. Kluczową rolę może tu odgrywać bardzo silne pole magnetyczne, które utrzymuje wyrzucaną materię w formie strugi. Pole magnetyczne porządkuje wyrzucaną z „centralnego silnika” materię w określony sposób, zależny od procesów zachodzących w trakcie emisji. Informację o sposobie uporządkowania otrzymamy właśnie z pomiarów polaryzacji.

POLAR zainstalowany jest na zewnętrznej ścianie stacji Tiangong-2. Będzie zbierać informacje z jednej trzeciej widocznej części nieba. Jego celem jest pomiar samego zjawiska polaryzacji

obrażalnych wręcz ilości energii. Obecnie podejrzewa się, że błyski pochodzą od wybuchów, w których uwalniane są w bardzo krótkim czasie energie sięgające 10^{44} dżuli. W trakcie takiej eksplozji wyemitowane zostaje więcej energii, niż Słońce wypromieniuje przez cały okres swojego istnienia.

REKLAMA



Śledź nas

na

Facebooku

Naukaonline.pl

DETEKTOR POLAR



Detektor POLAR podczas testów termicznych w laboratorium w Terni, Włochy

Dotychczasowych pomiarów polaryzacji z rozbłysków gamma jest zaledwie kilka i wszystkie są bardzo niepewne. To zdecydowanie za mało, aby zweryfikować modele teoretyczne opisujące działanie „silnika centralnego” i procesy fizyczne zachodzące w strukturach dżetowych w rozbłyskach. W tym celu powstał chińsko-szwajcarsko-polski projekt POLAR.

POLAR na orbicie

Detektor POLAR został uruchomiony w siódmym dniu po wyniesieniu stacji Tiangong-2 na orbitę okołoziemską. Wszystkie elementy systemu zadziały prawidłowo i urządzenie po automatycznym starcie rozpoczęło pomiary. Pierwsze dane zostały przesłane na Ziemię i pokazały, że instrument jest w stanie rejestrować rozbłyski gamma. Obecnie trwa kalibracja urządzenia i ustalenie parametrów pracy w kosmicznym środowisku.

POLAR zainstalowany jest na zewnętrznej ścianie stacji Tiangong-2. Będzie zbierał informacje z jednej trzeciej widocznej części nieba. Jego celem jest pomiar samego zjawiska polaryzacji. Nie będzie wykorzystywany do określenia kierunku – do tego celu posłużą dane z innych satelitów, które z dużym prawdopodobieństwem zaobserwują ten sam błysk. W skład detektora wchodzi 1600 podłużnych prętów scyntylacyjnych ułożonych na kwadratowej powierzchni. Dane zbierane są automatycznie i dwa razy na dobę przesyłane na Ziemię.

Twórcami kluczowych elementów eksperymentu POLAR są polscy naukowcy i inżynierowie z Narodowego Centrum Badań Jądrowych. Bezpośrednio w prace zaangażowanych było ok. 10 osób. Jednym z osiągnięć współpracy było zaprojektowanie i wybudowanie centralnego układu dokonującego selekcji przypadków (trygera) i oprogramowanie go. Z uwagi na ograniczoną możliwość komunikacji urządzenia sa-

telitarnego z Ziemią przesyłane dane muszą podlegać selekcji jeszcze w kosmosie. Naukowcy na Ziemi pracują na danych już wstępnie zaklasyfikowanych jako potencjalnie interesujące. Najciekawsze są zdarzenia, w których w detektorze nastąpiło co najmniej podwójne rozproszenie fotonu gamma w bardzo krótkim oknie czasowym trygera, rzędu 150–200 nanosekund. Przy selekcji przypadków brana jest również pod uwagę energia zdeponowana w detektorze, aby odrzucić zdarzenia związane z wysokoenergetycznym promieniowaniem kosmicznym. Układ centralnego trygera umożliwia zdatną modyfikację parametrów poszukiwanych zdarzeń za pomocą komend wysyłanych ze stacji naziemnej. Pozwala to na zawężenie lub poszerzenie zbioru danych pomiarowych przesyłanych na Ziemię. Również z pozoru nieistotne przypadki mogą być zarejestrowane i użyte w celu diagnostyki bądź kalibracji detektora.

W NCBJ powstał również prototyp zasilacza wysokiego napięcia dla 25 fotopowielaczy. Jest to projekt niedawno zmarłego znakomitego elektronika p. Jacka Karczmarczyka. Oprócz prac technicznych Polacy uczestniczyli także we wszystkich fazach testowania detektora podczas badań kwalifikacyjnych, akceptacyjnych oraz funkcjonalnych. Wszystkie elementy detektora muszą wytrzymać ekstremalne warunki: próżnię, gwałtowne wstrząsy, duże przeciążenia, wysoką i niską temperaturę, a także wysokie dawki promieniowania.

Czas przeznaczony na zbieranie danych przez detektor to trzy lata. Spodziewamy się rejestrować około 50 rozbłysków rocznie, w tym około 10 silnych.

Mamy nadzieję, że nasze wyniki naukowe i doświadczenia techniczne zdobyte przy budowie POLAR wytyczą dalsze kierunki i sposoby badań polaryzacji kosmicznego promieniowania gamma i posłużą przy pracach nad kolejnymi eksperymentami.

ANNA ZWOLIŃSKA, DOMINIK RYBKA,
JACEK SZABELSKI

Chcesz wiedzieć więcej?

Produit N., Barao F., Deluit S., Hajdas W., Leluc C., Pohl M., Rapin D., Vialle J.-P., Walter R., Wigger C. (2005). POLAR a compact detector for gamma-ray bursts photon polarization measurements, *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, A 550*, 616–625.

Rybka D., Hajdas W., Britvitch I., Marcinkowski R., Produit N., Gauvin N., Rapin D., Pohl M., Orsi S., Lechanoine-Leluc C., Paniccia M., Batsch T., Rutczyńska A., Szabelski J., Zwolińska A., Krakowski T., Bao T., Chai J., Dong Y., Kong M., Li L., Liu J., Liu X., Shi H., Sun J., Wang R., Wen X., Wu B., Xiao H., Xu H., Zhang L., Zhang L., S. Zhang, Zhang Y. (2013). *Realisation of Events Trigger System for space-borne Gamma-Ray Burst Polarimeter*, POLAR, Proceedings of 33th International Cosmic Ray Conference.

Xiao H., Hajdas W., Wu B., Produit N., Bao T., Batsch T., Cadoux F., Chai J., Dong Y., Kong M., Kong S., Rybka D., Leluc C., Li L., Liu J., Liu X., Marcinkowski R., Paniccia M., Pohl M., Rapin D., Shi H., Song L., Sun J., Szabelski J., Wang R., Wen X., Xu H., Zhang L., Zhang L., Zhang S., Zhang X., Zhang Y., Zwolińska A. (2016). A crosstalk and non-uniformity correction method for the space-borne Compton polarimeter POLAR, *Astroparticle Physics*, 83, 6–12. <http://isdc.unige.ch/polar/>