

Bartłomiej Kozłowski

Błysk promieniowania gamma w gwiazdozbiornie Wolarza (GRB 080319B)

Tekst pierwotnie opublikowany na portalu Polska.pl

W środę 19 marca 2008 r. nad ranem, na niebie w konstelacji Wolarza pojawiła się niewielka plamka światła. Jaśniała przez ułamek sekundy i była na granicy widoczności. Nie wiadomo, czy ktokolwiek zaobserwował ją gołym okiem – zarejestrował ją satelita [Swift](#) i polski teleskop [obserwatorium astronomicznego Las Campanas](#) w Chile, wycelowany w tę akurat część kosmosu.

Wspomniane powyżej zdarzenie na pierwszy rzut oka wydaje się kompletnie niewarte wzmianki. Jakie znaczenie może mieć – i co kogo może obchodzić - światełko, które ledwie było widoczne i które jaśniało dosłownie przez mgnienie oka? Lecz jeśli o owym światełku jest mowa i to już na początku tego artykułu, to widocznie musi być ku temu istotny powód. Powód ten zaś jest taki: źródło tego światełka znajdowało się w odległości 7,5 miliarda świetlnych od Ziemi, co oznacza, że zdarzenie, w efekcie którego zostało ono wyemitowane, nastąpiło w czasie, gdy Wszechświat był o połowę młodszy, niż dziś.

Aby uzmysłwić sobie, jak w rzeczywistości jasne było to światło, posłużmy się znaną jeszcze ze starożytności miarą oceny jasności obiektów kosmicznych, jaką jest skala tzw. wielkości gwiazdowych. Według tej miary, której jednostką jest magnituda (^m lub *mag*) im jakiegoś obiekt jest jaśniejszy, tym wartość liczbową jego jasności gwiazdowej jest mniejsza.

Przykładowe wielkości gwiazdowe

Najsłabsze obiekty, zauważalne tylko przez wielkie teleskopy, mają wielkość gwiazdową ok. 24 mag. Najsłabsze gwiazdy widoczne gołym okiem (przez kogoś, kto ma bardzo dobry wzrok i w sprzyjających warunkach obserwacyjnych) mają wielkość gwiazdową 6 mag. Najjaśniejsza z gwiazd świecących na nocnym niebie – Syriusz – ma wielkość gwiazdową – 1,47 mag (mowa jest cały czas o obserwowanej jasności gwiazdowej; absolutna wielkość gwiazdowa, tj. taka jasność, jaką miałby dany obiekt miałby wówczas, gdyby znajdował się w odległości 10 [parseków](#), w przypadku Syriusza wynosi + 1,47 mag, więc nie jest to więc gwiazda jakoś szczególnie imponująca, aczkolwiek świecąca wielokrotnie jaśniej, niż nasze Słońce). Jaśniejsze obiekty mają wielkości gwiazdowe wyrażone w liczbach ujemnych. Wenus – najjaśniejsza planeta – świeci w maksimum blasku z jasnością – 4,7 mag. Księżyc ma wielkość gwiazdową –12,71 mag., Słońce – 26,8 mag.

Stukrotna różnica jasności – różnica pięciu wielkości gwiazdowych

Rzeczywista ilość światła docierającego do naszych oczu od dwóch różnych obiektów, których pozorna jasność różni się o jedną wielkość gwiazdową różni się o czynnik będący pierwiastkiem piątego stopnia z liczby 100 – czyli mniej więcej 2,51188643150958 razy. Różnica pięciu wielkości gwiazdowych odpowiada stukrotnej różnicy ilości wpadającego do naszych oczu światła: obiekt o wielkości gwiazdowej 0 mag jest stukrotnie jaśniejszy od obiektu o wielkości gwiazdowej 5 mag.

10 razy bliżej – 100 razy jaśniej

Natężenie promieniowania docierającego od jakiegoś obiektu jest proporcjonalne do kwadratu odległości, w jakiej obiekt ten się znajduje. Jeśli mamy dwa świecące z taką samą mocą (tj. mające taką samą absolutną wielkość gwiazdową) obiekty – nazwijmy je „A” i „B” – z których obiekt „A” znajduje się dziesięciokrotnie bliżej, niż obiekt „B” – to ilość promieniowania docierającego od tegoż obiektu „A” jest stukrotnie większa, niż ilość promieniowania docierającego od świecącego w rzeczywistości z taką samą mocą obiektu „B”. Stukrotnej różnicy jasności odpowiada zaś – jak już wspomniałem – różnica pięciu wielkości gwiazdowych.

Tak daleko, a dostrzegalne

Dysponując powyższym aparatem pojęciowym możemy przeprowadzić bardzo proste obliczenie. Obserwowana jasność wspomnianego na wstępie tego artykułu światelka – którego źródło znajdowało się w odległości 7,5 miliarda lat świetlnych, tj. niemal połowie „drogi” do granic obserwowalnego Kosmosu – wynosiła +5,8 mag. Mało – ale już na tyle dużo, że ktoś o dobrym wzroku mógłby je w sprzyjających warunkach zauważyć.

Gdyby źródło wspomnianego światła znajdowało się dziesięć razy bliżej – we wciąż kolosalnej odległości 750 milionów lat świetlnych – obserwowalna jasność tego światła wynosiłaby 0,8 mag. To już jest wielkość gwiazdowa całkiem jasno świecącej gwiazdy. Z ciągle olbrzymiej odległości 75 milionów lat świetlnych światelko to zajarzyłoby się z mocą – 4,2 mag – byłoby więc niemal tak jasne, jak Wenus w maksimum blasku.

W przypadku, gdyby światelko, o którym była mowa na początku tego artykułu miało swe źródło w odległości 7,5 miliona lat świetlnych (a więc np. którejś z bliskich galaktyk), jego obserwowalna wielkość gwiazdowa wynosiłaby – 9,2 mag – odpowiadałoby to mniej więcej jasności Księżyca w nowiu. Gdyby zaświeciło w odległości 750 tysięcy lat od nas – daleko poza granicami naszej Galaktyki – jego obserwowalna wielkość gwiazdowa wynosiłaby – 14,2 mag – a więc byłoby ono kilkakrotnie jaśniejsze, niż Księżyc w pełni.

Z odległości 75 tysięcy lat świetlnych – odpowiadającej prawdopodobnie trzem czwartym średnicy naszej Galaktyki – wspomniane światelko zajaśniałoby z mocą – 19,2 mag – to już setki razy jaśniej od Księżyca. Z 7,5 tysiąca lat świetlnych zaświeciłoby ono z jasnością – 24,2 mag – tylko kilkakrotnie mniejszą od jasności Słońca.

Co by się stało, gdyby nastąpiło to gdzieś blisko Ziemi?

Jak jasne byłoby wspomniane na wstępie światelko, gdy znajdowało się jeszcze bliżej naszej planety? Łatwo policzyć – z odległości 750 lat świetlnych miało by ono wielkość gwiazdową – 29,2 mag. Z odległości 75 lat świetlnych – 34,2 mag. Z dystansu 7,5 roku świetlnego – czyli odległości do którejś z najbliższych gwiazd – 39,2 mag. Mówiąc krótko, byłoby ono ze 100 000 – albo i więcej – razy jaśniejsze od Słońca. A przecież światło widzialne stanowiło tylko małą część całego promieniowania wspomnianego tu błysku. Olbrzymia większość jego energii miała postać niezwykle przenikliwego i szkodliwego dla żywych organizmów promieniowania gamma – dokładnie takiego, jakie powstaje podczas eksplozji bomby nuklearnej. Co tu dużo mówić – dla każdego z tych, którzy przeczytali powyższy fragment tego artykułu oczywiste jest chyba, że gdyby takie „światelko” zajaśniało gdzieś „niedaleko” od naszej planety – nie byłoby czego po nas zbierać. Nie musiałyby zresztą zaświecić w

naszym gwiazdnym „sąsiedztwie”, by było dla nas śmiertelnie groźne: nawet w olbrzymiej – wydawałoby się - odległości tysięcy i dziesiątków tysięcy lat świetlnych mogłoby być zabójcze.

Błysk promieniowania gamma

Co było źródłem owego – słabego z powodu gigantycznej odległości, lecz w rzeczywistości niewyobrażalnie potężnego – światła? Otóż, było nim zjawisko zwane przez astronomów błyskiem (względnie wybuchem) promieniowania gamma, lub – jak kto woli - GRB (od angielskiej nazwy tego fenomenu: *gamma ray burst*). Zjawiska te znane są od połowy lat sześćdziesiątych XX w. – zostały wykryte przez amerykańskie satelity szpiegowskie Vela, których zadaniem było nadzorowanie przestrzegania międzynarodowego układu o zakazie przeprowadzania prób z bronią atomową w atmosferze. Początkowo dane o tych zjawiskach były oczywiście tajne, ale gdy stało się jasne, że błyski te pochodzą z Kosmosu, odtajniono je i wówczas zajęli się nimi cywilni naukowcy.

Skąd one pochodzą?

Przez trzy pierwsze dziesięciolecia obserwacji błysków promieniowania gamma toczył się spór, gdzie leżą ich źródła. Według zwolenników jednej teorii, błyski te były one śladem wydarzeń rozgrywających się w naszej Galaktyce – takich, jak np. uderzeń komet w powierzchnię gwiazd neutronowych. Inni – jak np. zmarły w 2007 r. prof. [Bohdan Paczyński](#) (będący czołowym twórcą i rzecznikiem tej koncepcji) twierdzili, że promienie gamma docierają do nas z olbrzymich odległości – rzędu miliardów lat świetlnych. Jak jest w istocie – trudno było ustalić. Błyski były krótkie – trwały ułamek sekundy, kilka sekund, najwyżej minutę. Satelity rejestrujące promieniowanie gamma nie były w stanie precyzyjnie określić, skąd ono nadleciało. Zanim więc astronomowie zdążyli skierować teleskopy na obszar Kosmosu, w którym nastąpił błysk, było już po wszystkim – na niebie nic szczególnego nie było widać.

Spór rozstrzygnięty

Dopiero w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych, kiedy to istniała już natychmiastowa łączność między satelitami, a teleskopami na Ziemi, udało się dostrzec rozbłysk świetlny w tym miejscu na niebie, skąd nadleciało promieniowanie gamma. Okazało się, że eksplozja nastąpiła w niezwykle odległej galaktyce – oddalonej od nas o 10 miliardów lat świetlnych. Potwierdziło to ostatecznie, że prof. Paczyński miał rację.

Co powoduje błyski gamma?

W momencie, kiedy okazało się, że błyski promieniowania gamma docierają do nas z olbrzymich odległości – można by rzec, że z krańców Wszechświata – stało się rzeczą oczywistą, że ich źródłem muszą być jakieś niezwykle gwałtowne kosmiczne katastrofy. Co jednak dokładnie rzecz biorąc może to być? Największymi znanymi kataklizmami, do jakich dochodzi we wszechświecie, były przed odkryciem błysków gamma tzw. wybuchy supernowych (1). Już one są zjawiskami szokującymi wręcz swoją potęgą. Eksplodująca gwiazda może świecić z jasnością miliardy razy większą, niż jasność słońca, a jej materia może zostać wyrzucona w otaczającą ją przestrzeń kosmiczną z prędkością kilku lub nawet kilkudziesięciu tysięcy na sekundę.

Dwa i pół miliona razy jaśniejszy od najjaśniejszej supernowej

Błyski gamma są jednak czymś daleko bardziej gwałtownym od „zwykłych” wybuchów supernowych. Dość wspomnieć, że błysk, którego światło dotarło do Ziemi 19 marca 2008 r. (będący najjaśniejszym zdarzeniem w kosmosie kiedykolwiek obserwowanym z Ziemi) miał jasność absolutną dwa i pół miliona razy większą od jasności [najjaśniejszej z zaobserwowanych dotychczas supernowych](#) (o jasności 100 miliardów słońc), którą dostrzeżono w 2006 r. Supernowa do błysku gamma ma się więc mniej więcej tak, jak zwykła bomba lotnicza wypełniona trotylem do bomby wodorowej. Ocenia się, że podczas błysku gamma w ciągu sekund wydziela się większa ilość energii, niż ta, którą zdoła wyprodukować Słońce w swym dotychczasowym (4,5 miliarda lat) i przyszłym (7,5 miliarda lat) życiu.

Zderzenia gwiazd neutronowych

Co zatem może być przyczyną błysków promieniowania gamma? Otóż, podejrzewa się, że wchodzi tu w grę dwie różne klasy zjawisk. Błyski krótkie – trwające ułamki sekund – są najprawdopodobniej wynikiem zderzeń najbardziej masywnych i gęstych (z wyjątkiem czarnych dziur) obiektów we wszechświecie, jakimi są tzw. gwiazdy neutronowe. Do zderzenia takiego ma szansę dojść w praktyce jedynie wówczas, gdy gwiazdy neutronowe tworzą układ podwójny i okrążają się wzajemnie. Utrata energii, spowodowana emisją fal grawitacyjnych powoduje, że gwiazdy te – mające masę nawet trzech mas słońca, lecz średnicę zaledwie kilku lub kilkunastu kilometrów (im gwiazda neutronowa jest cięższa, tym jest mniejsza) – stopniowo zbliżają się do siebie. Ułamek sekundy przed zderzeniem siły grawitacyjne działające na lżejszą z gwiazd są na tyle potężne, że momentalnie ulega ona rozerwaniu, tworząc dysk wokół jej masywniejszej towarzyszk. Ta pod ciężarem opadającej na nią materii zapada się, przekształcając się w niezwykle szybko wirującą czarną dziurę. Energia wyzwolona podczas takiego zdarzenia jest tak olbrzymia, że większość materii, która nie została wciągnięta do czarnej dziury, zamienia się w promieniowanie – w tym przede wszystkim promieniowanie gamma – które jest dostrzegalnym dla ziemskich astronomów efektem tego procesu. (2)

Hipernowe

Jeśli chodzi natomiast o błyski długie – trwające powyżej dwóch sekund – a w skrajnym znanym przypadku nawet pół godziny – to przypuszcza się, że ich przyczyną są niezwykle potężne eksplozje bardzo masywnych – przynajmniej 40 razy cięższych od Słońca – i szybko rotujących gwiazd, które astronomowie – chcąc podkreślić, że są one czymś znacznie większym od i tak gigantycznych wybuchów supernowych – nazywają hipernowymi. Przypuszcza się, że w wybuchach tych podstawową rolę odgrywa pole magnetyczne szybko obracającej się wokół własnej osi gwiazdy. Najprawdopodobniej dzieje się tak, że jądro gwiazdy zapada się, tworząc czarną dziurę, a materia z zewnętrznych części gwiazdy tworzy wciągany do jej środka dysk. Część tej materii nie zostaje wciągnięta do czarnej dziury, lecz jest wyrzucana wzdłuż osi obrotu gwiazdy, tworząc wąskie strugi – tzw. dżety – będące źródłem promieniowania gamma (3).

Czy grozi nam śmierć wskutek błysku gamma?

Gigantyczna energia, jaka wyzwolana jest podczas wybuchów promieniowania gamma powoduje, że wybuchy te stanowią śmiertelne niebezpieczeństwo dla życia we wszechświecie. Istnieje nawet twierdzenie, że powodem tego, iż żadni kosmici nie nawiązali z

nami kontaktu jest to, że zanim jakaś cywilizacja osiągnie na tyle wysoki poziom rozwoju, że będzie w stanie nawiązać kontakt z istotami z innych układów planetarnych – czy tym bardziej galaktyk – zostanie zniszczona przez błysk promieniowania gamma, który nastąpi gdzieś w „jej” galaktyce (4). Czy nam, ziemianom, grozi zatem to, że nasza egzystencja zostanie nagle przerwana przez wybuch promieniowania gamma, który będzie miał źródło nie na krańcach znanego Kosmosu, lecz w naszej Drodze Mlecznej?

Eta Carinae

Aby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba najpierw stwierdzić, czy w niebezpiecznie bliskiej odległości od Układu Słonecznego są obiekty, które potencjalnie mogą wywołać błysk promieniowania gamma. Astronomowie znają co najmniej jeden taki obiekt: jest nim znajdująca się jakieś 7 i pół tysiąca lat świetlnych od Ziemi gwiazda Eta Carinae – jedna z najjaśniejszych i najbardziej masywnych gwiazd naszej Galaktyki. Z umieszczonego w Internecie artykułu [The threat to life from Eta Carinae and gamma - ray burst](#), jaki napisali Arnon Dar z Wydziału Fizyki i Instytutu Badań Kosmicznych Politechniki „Technion” w Hajfie i Alvaro de Rujula z Wydziału Teorii Europejskiego Ośrodka Badań Jądrowych CERN w Genewie wynika, że gdyby Eta Carinae eksplodowała, wywołując błysk promieniowania gamma o energii takiej, jaka zostaje wyzwolona podczas najsilniejszych z tego rodzaju zjawisk, to skutki dla tej hemisfery naszej planety, z której gwiazda ta może być dostrzeżona (jest to możliwe głównie z półkuli południowej, z Polski jej nie widać) byłyby takie, jakby nad każdym jej kilometrem kwadratowym zdetonowany został ładunek jądrowy o sile jednej kilotony – zaś znajdujący się na niej ludzie otrzymaliby dawkę promieniowania dziesięciokrotnie większą od śmiertelnej. (5) Na szczęście jednak, wygląda na to, że wybuchy promieniowania gamma nie są symetryczne, lecz rozchodzą się w postaci wąskich dżetów wzdłuż osi obrotu gwiazdy. Ponieważ zaś z obserwacji Eta Carinae wynika, że jej oś obrotu nie jest skierowana w stronę Ziemi, wydaje się, że nie musimy obawiać się tego, iż pewnego dnia – lub pewnej nocy – zostaniemy nagle zgładzeni przez najgwałtowniejsze z zachodzących we wszechświecie zjawisk, jakimi są błyski promieniowania gamma.

Przypisy:

1. Na temat supernowych zob. mój artykuł [Wybuch supernowej w Wielkim Obłoku Magellana](#)
2. Obserwowalnymi efektami zderzeń gwiazd neutronowych (bądź ewentualnie gwiazdy neutronowej i czarnej dziury) są tzw. kilonowe – nazwa tego zjawiska pochodzi od słów „kilo” – czyli tysiąc, oraz nowa – wzięła się ona z tego, że przeciętna kilonowa jest około 1000 razy jaśniejsza od tzw. nowej klasycznej. Jakkolwiek o kilonowych trzeba powiedzieć, że pod względem czysto wizualnym są to względnie skromne – w porównaniu z supernowymi, czy już tym bardziej hipernowymi – zjawiska (osiągają one od 1/100 do 1/10 jasności przeciętnej supernowej) to jednocześnie są to zdarzenia o niesłychanej wprost potędze i gwałtowności. Przede wszystkim w wyniku takich zdarzeń powstają niezwykle wysokie temperatury – jak można się dowiedzieć np. z [tego tekstu](#), wynoszą one około 800 miliardów stopni (mniejsza już chyba o to, czy Celsjusza czy Kelvina) – podczas zwykłego wybuchu supernowej temperatura dochodzi do ok. miliarda stopni. Obecnie uważa się, że ciężkie pierwiastki – takie, jak – przykładowo – ołów, srebro, złoto, platyna, czy uran powstają przede wszystkim

podczas zderzeń gwiazd neutronowych – podczas zwykłego wybuchu supernowej do tego, by takie pierwiastki (w dużej przynajmniej ilości) powstały, jest za zimno.

3. Autorem koncepcji, według której źródłem błysków promieniowania gamma są wybuchy hipernowych, był wspomniany w tym tekście prof. Bohdan Paczyński
4. Zob. artykuł Witolda Maciejewskiego [Czy jesteśmy sami w Kosmosie?](#)
5. Warto przy okazji przytoczyć to, co amerykański astronom (i popularyzator astronomii) [Phil Plait](#) pisał w wydanej w 2008 r. książce „[Death From the Skies – These Are the Ways, the World Will End...](#)” (Śmierć z Niebios – to są sposoby, w jakie świat się skończy). W rozdziale pt. „[Cosmic Blowtorches: Gamma Ray Burst](#)” (Kosmiczne palniki: rozbłyski promieniowania gamma) przedstawił on wizję rozbłysku promieniowania gamma pochodzącego z gwiazdy odległej o 100 lat świetlnych od Ziemi – a więc w miarę, lecz nie bardzo bliskiej (warto zauważyć, że z takiej odległości Słońce nie byłoby już widoczne gołym okiem, zaś zwykły [wybuch supernowej](#) – choć najprawdopodobniej mógłby mieć skutki – także oczywiście negatywne – dla życia na Ziemi, to niemal na pewno nie byłby dla niego zabójczy). Jest to – nie da się tego inaczej określić – wizja apokaliptyczna. W każdym razie, w swej książce pisał on tak:

„Powiedzmy, że GRB powstałyby naprawdę blisko: 100 lat świetlnych stąd. Nawet z tak bardzo małej odległości wiązka GRB byłaby ogromna, o średnicy 50 bilionów mil. Oznacza to, że cała Ziemia, cały Układ Słoneczny zostałyby pochłonięty przez paszczę promienia niczym piaskowa w tsunami. Na szczęście GRB są stosunkowo krótkotrwałe, więc wiązka uderzyłaby w nas w dowolnym miejscu w czasie od poniżej sekundy do kilku minut. Przeciętny rozbłysk promieniowania gamma trwa około dziesięciu sekund. Jest on krótki w porównaniu z czasem obrotu Ziemi, więc tylko jedna półkula została uderzona przez wiązkę. Druga półkula byłaby stosunkowo nienaruszona. . . przynajmniej przez chwilę. Efekty byłyby najgorsze w lokalizacjach bezpośrednio pod GRB (gdzie rozbłysk wydawałby się prosto w górze, w zenicie nieba) i zminimalizowane tam, gdzie rozbłysk był na horyzoncie. Jednak, jak zobaczymy, żadne miejsce na Ziemi nie byłoby całkowicie bezpieczne. Naga energia, która uderzyłaby w Ziemię, jest oszałamiająca, znacznie wykraczająca poza najgorsze koszmary zimnej wojny: byłoby to jak wysadzenie jednomegatonowej bomby wodorowej na każdej mili kwadratowej planety zwróconej w stronę GRB. Prawdopodobnie nie byłoby to wystarczająco dużo, aby zagotować oceany lub zedrzeć ziemską atmosferę, ale zniszczenia byłyby nie do pojęcia. Pamiętajmy, że to wszystko pochodziłoby z obiektu oddalonego o 600 bilionów mil. Każdy, kto patrzyłby się w niebo w momencie wybuchu, mógłby zostać oślepiiony, chociaż osiągnięcie maksymalnej jasności optycznej przez rozbłysk zajęłoby prawdopodobnie kilka sekund, wystarczająco dużo czasu, aby wzdrygnąć się i odwrócić wzrok. Nie żeby to wiele pomogło. Ci, którzy w tym momencie byłiby na zewnątrz, mieliby duże kłopoty. Gdyby gorąco ich nie upiekło - a tak by się stało - ogromny napływ promieniowania ultrafioletowego natychmiast spowodowałby śmiertelne oparzenia słoneczne. Warstwa ozonowa została zniszczona dosłownie w mgnieniu oka, dzięki czemu całe promieniowanie UV z GRB i Słońca docierałoby do powierzchni Ziemi bez przeszkód. To wysterylizowałoby powierzchnię Ziemi, a nawet oceany do głębokości kilku metrów. A to byłyby tylko wyniki temperatury i promieniowania UV. Czymś

okrutnym wydaje się choćby *wspomnienie* o dalece, znacznie gorszych skutkach promieniowania gamma i promieniowania rentgenowskiego”.

Jakkolwiek koszmarne przedstawiona przez Phila Plaita wizja by nie wyglądała, trzeba też w sposób jasny powiedzieć (o czym on oczywiście w swojej książce też pisał), że w dającej się przewidzieć przyszłości prawdopodobieństwo spełnienia się tego – czy jakkolwiek zbliżonego do niego – scenariusza jest dokładnie zerowe, gdyż najbliższe gwiazdy, odnośnie których istnieją podejrzenia, że mogą one eksplodować nie tylko jako zwykłe supernowe, ale jako hipernowe – a więc, można powiedzieć, super – supernowe, wywołujące rozbłyski promieniowania gamma – znajdują się w odległości przynajmniej 7,5 tys. lat świetlnych od Ziemi (jednym takim obiektem jest wspomniana już w tym tekście gwiazda Eta Carinae – tak przy okazji mówiąc będąca gwiazdą podwójną, zaś drugim odległy od Ziemi o ok. 8,4 tys. lat świetlnych układ potrójny [WR 104](#)).

[Strona główna](#)